

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA



UNIVERSIDADE  
DE LISBOA



INFESTAÇÃO POR GORGULHO NUM ESTABELECIMENTO ARMAZENISTA  
DE GÉNEROS ALIMENTÍCIOS

NADIYA BOCHAROVA

JÚRI  
PRESIDENTE:  
Doutor Luís Manuel Madeira De Carvalho

VOGAIS:  
Doutora Yolanda Maria Vaz  
Doutora Ana Rita Barroso Cunha de Sá  
Henriques

ORIENTADORA:  
Doutora Ana Rita Barroso Cunha de Sá  
Henriques

COORDINADORA:  
Doutora Isabel Maria Soares Pereira da  
Fonseca de Sampaio

2020

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA



UNIVERSIDADE  
DE LISBOA



INFESTAÇÃO POR GORGULHO NUM ESTABELECIMENTO ARMAZENISTA  
DE GÉNEROS ALIMENTÍCIOS

NADIYA BOCHAROVA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM SEGURANÇA ALIMENTAR

JÚRI

PRESIDENTE:

Doutor Luís Manuel Madeira De Carvalho

VOGAIS:

Doutora Yolanda Maria Vaz

Doutora Ana Rita Barroso Cunha de Sá  
Henriques

ORIENTADORA:

Doutora Ana Rita Barroso Cunha de Sá  
Henriques

COORDINADORA:

Doutora Isabel Maria Soares Pereira da  
Fonseca de Sampaio

2020

Nome: Nadiya Bocharova

Título da Tese ou  
Dissertação: Infestação por gorgulho num estabelecimento armazenista de géneros alimentícios

Ano de conclusão (indicar o da data da realização das provas públicas): 2020

Designação do curso de  
Mestrado ou de  
Doutoramento: Mestrado em Segurança Alimentar

Área científica em que melhor se enquadra (assinale uma):

- ☐ Clínica ☒ Produção Animal e Segurança Alimentar  
☐ Morfologia e Função ☐ Sanidade Animal

Declaro sob compromisso de honra que a tese ou dissertação agora entregue corresponde à que foi aprovada pelo júri constituído pela Faculdade de Medicina Veterinária da ULISBOA.

Declaro que concedo à Faculdade de Medicina Veterinária e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha tese ou dissertação, no todo ou em parte, em suporte digital.

Declaro que autorizo a Faculdade de Medicina Veterinária a arquivar mais de uma cópia da tese ou dissertação e a, sem alterar o seu conteúdo, converter o documento entregue, para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, para efeitos de preservação e acesso.

Retenho todos os direitos de autor relativos à tese ou dissertação, e o direito de a usar em trabalhos futuros (como artigos ou livros).

Concordo que a minha tese ou dissertação seja colocada no repositório da Faculdade de Medicina Veterinária com o seguinte estatuto (assinale um):

1. ☒ Disponibilização imediata do conjunto do trabalho para acesso mundial;
2. ☐ Disponibilização do conjunto do trabalho para acesso exclusivo na Faculdade de Medicina Veterinária durante o período de ☐ 6 meses, ☐ 12 meses, sendo que após o tempo assinalado autorizo o acesso mundial\*;

\* Indique o motivo do embargo (OBRIGATÓRIO)

Nos exemplares das dissertações de mestrado ou teses de doutoramento entregues para a prestação de provas na Universidade e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito na Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa deve constar uma das seguintes declarações (incluir apenas uma das três):

- ① É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
2. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE/TRABALHO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.) APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
3. NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, 2 de março de 2020

(indicar aqui a data da realização das provas públicas)

Assinatura: Nadiya Bocharova

## AGRADECIMENTOS

Ao chegar ao fim deste importante capítulo da minha vida, não poderia deixar de agradecer às pessoas que me apoiaram incondicionalmente neste percurso, pois sem elas isto jamais seria possível.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Faculdade de Medicina Veterinária por todos os professores e funcionários que tem disponíveis nesta faculdade, sempre prontos a ajudar a qualquer momento e por todas as instalações, em especial ao Laboratório de Parasitologia e Doenças Parasitárias.

Quero também deixar um agradecimento muito especial à empresa “X”, detentora do estabelecimento estudado da presente dissertação, por todas as condições necessárias que me forneceu para a realização da mesma.

Agradeço também ao Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, nomeadamente ao Laboratório Ferreira Lapa, pela disponibilização das instalações.

Um agradecimento muitíssimo especial à minha orientadora Professora Doutora Ana Rita Henriques pelas incansáveis reuniões e por toda a orientação que me prestou ao longo deste percurso.

À minha coorientadora Professora Doutora Isabel Fonseca pela disponibilidade total que me forneceu para me ajudar em qualquer altura deste meu percurso e pela sua energia contagiosa que me deu muita motivação para este trabalho.

À Professora Doutora Marília Ferreira pela atenção especial que me deu ao me propor o tema desta dissertação, sabendo das condições a que eu estava sujeita para a realização deste trabalho.

À Investigadora Doutora Graça Barros por todo o seu interminável conhecimento sobre o gorgulho e por toda a sua disponibilidade e paciência.

À Doutora Sónia Duarte por todo o apoio incansável e toda a ajuda que foram essenciais para este trabalho.

Ao Engenheiro Doutor António Barbosa por toda a atenção e disponibilidade imediata que teve para me transmitir conhecimento sobre os inseticidas de gorgulho, um tema praticamente desconhecido para mim.

Ao Técnico Sr. Caseirito pelo seu esforço ao me fornecer informações importantes para esta dissertação, durante o seu tempo laboral, nunca me negando qualquer ajuda.

À Professora Doutora Maria Otília de Carvalho pela ajuda na pesquisa da bibliografia essencial para esta dissertação.

Aos meus pais, por todo o carinho, por todo o amor, por toda a motivação, por toda a força, por me fazerem acreditar que isto seria possível e nunca me terem permitido desistir. Em grande parte, esta dissertação é para vocês.

Ao meu irmão pela preocupação constante.

Ao meu namorado por todos os momentos bons e maus que viveu comigo durante esta fase da minha vida, por ter sempre acreditado em mim, por toda a paciência, por toda a preocupação, por todo o apoio e amor sem fim. Um obrigada seria pouco.

À minha amiga Joana Freitas pela amizade interminável que me fez sentir durante este percurso. Por todo o apoio, disponibilidade e ajuda que me deu para escrever esta tese, um gigante obrigada, do fundo do coração.

À minha amiga Joana Leal por toda a ajuda que me deu, por todo o seu conhecimento que me transmitiu e por toda a nossa amizade.

Ao Professor Doutor José Lemos por toda a motivação e apoio incansável.

À Engenheira Cristina Araújo, ao Engenheiro Alberto Speziali e à Dona Clara Redondo uma vez que sem a sua ajuda a presente dissertação também não seria possível.

## RESUMO

### **Infestação por gorgulho num estabelecimento armazenista de géneros alimentícios**

Os cereais fazem parte da alimentação do ser humano desde o início da agricultura, pelo que a conservação dos mesmos é fundamental. De modo a manter a qualidade nutricional dos grãos, é importante conservá-los livres de contaminações por microrganismos e seus metabolitos, mas também de infestações por insetos, como *Sitophilus* spp. O Género *Sitophilus*, da Classe Insecta, Ordem Coleoptera e Família Curculionidae, é também comumente designado de gorgulho. Nos últimos anos, o aparecimento de resistências aos inseticidas utilizados tem dificultado o controlo desta praga, pelo que este tema tem ganho uma grande importância, especialmente na indústria alimentar, onde o gorgulho tem vindo a ganhar expressão. No âmbito desta dissertação, pretendeu-se descrever a infestação por gorgulho num estabelecimento armazenista de géneros alimentícios, que ocorreu durante dez anos, analisando as causas prováveis e as medidas de carácter preventivo e destrutivo utilizadas. Para tal, além de terem sido realizadas visitas ao estabelecimento armazenista em estudo para colheita e observação de exemplares de gorgulho, foram avaliadas todas as medidas desenvolvidas no âmbito do sistema de segurança dos alimentos implementado, especificamente, o pré-requisito controlo de pragas. Após a identificação laboratorial do inseto, foi possível identificar a respetiva espécie, *Sitophilus zeamais*. Adicionalmente, foram conduzidas entrevistas a técnicos de controlo de pragas de modo a compreender melhor a problemática das infestações por gorgulho em Portugal. Com o presente trabalho foi possível concluir que, com grande probabilidade, a ocorrência destas infestações ao longo de um período tão longo derivava da aquisição de mercadoria já infestada nos operadores a montante da cadeia alimentar, incluindo fornecedores e armazenistas. Porém, colocou-se ainda a questão de terem ocorrido falhas no programa de controlo de pragas do estabelecimento em estudo. Assim sendo, sugere-se que em estudos futuros se tente compreender se os operadores a montante na cadeia alimentar apresentam também casos de infestações dos produtos por gorgulho. Propõe-se também a realização de uma investigação sobre o inseticida mais apropriado e eficiente para o controlo de *Sitophilus zeamais*, tendo em consideração o desenvolvimento de resistências por parte deste inseto e ainda a forma de aplicação mais adequada para este controlo (pulverização superficial ou fumigação do inseticida).

Palavras chave: gorgulho; *Sitophilus zeamais*; inseticidas; grãos armazenados; segurança dos alimentos

## ABSTRACT

### Weevil infestation in a food storage establishment

Cereals have been a part of human diet since the beginning of agriculture, so their conservation is essential. In order to maintain the nutritional quality of grains, it is important to keep them free from contamination by microorganisms and their metabolites, but also from infestation by insects such as *Sitophilus* spp. The Genus *Sitophilus*, of the Class Insecta, Order Coleoptera and Family Curculionidae, is also commonly referred to as “weevil”. In recent years, the growing menace of resistance to the insecticides generally used has hindered the control of this pest, so this theme has gained great importance. This is especially true in the food industry, where weevil has gained importance. The purpose of this dissertation was to describe the weevil infestation in a food storage establishment, which occurred during the course of ten years, analyzing the probable causes and the preventive and destructive measures used. To this end, in addition to visits to the storage establishment under study to collect and observe weevil specimens, all measures developed under the food safety system implemented, specifically the pest control prerequisite, were evaluated. After laboratorial identification of the insect, it was possible to identify a species present, namely *Sitophilus zeamais*. Additionally, interviews were conducted with pest control technicians to better understand the problem of weevil infestations in Portugal. Given the present work, it was possible to conclude that, it is likely that, the reason for the occurrence of these infestations, over such a long period, was the purchase of already infested goods from the operating intervenient upstream, including suppliers and stockers. However, the question still arises of failures in the pest control program of the studied establishment. Therefore, it is suggested that future studies should try to understand if the upstream food business operators present cases of weevil infestations. It is also proposed to investigate the most appropriate and efficient insecticide for *Sitophilus zeamais* control in this establishment, taking into account the development of resistances by this insect, and also the most appropriate form application of insecticide for this control (surface pulverization or fumigation).

Keywords: weevil; *Sitophilus zeamais*; insecticides; stored grain; food safety

## ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	iii
RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vi
ÍNDICE .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE TABELAS .....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. O trigo .....	3
2.1.1. Génese do trigo .....	3
2.1.2. Consumo de trigo no mundo e em Portugal .....	4
2.2. As massas.....	4
2.2.1. A origem das massas .....	5
2.2.3. Consumo de massa no mundo e em Portugal .....	6
2.2.4. Produção das massas.....	7
2.3. Armazenamento de cereais.....	8
2.4. Pragas.....	9
2.4.1. Pragas dos cereais armazenados .....	9
2.4.2. Hábitos alimentares das pragas dos cereais armazenados .....	11
2.4.3. Métodos de controlo de pragas dos cereais armazenados .....	12
2.5. O Género <i>Sitophilus</i> associado ao trigo armazenado .....	15
2.5.1. <i>Sitophilus zeamais</i> e <i>Sitophilus oryzae</i> .....	18
2.5.2. Toxicidade de <i>Sitophilus zeamais</i> .....	18
3. DESCRIÇÃO DA EMPRESA EM ESTUDO .....	20
3.1. O pré-requisito “Controlo de pragas” na empresa em estudo .....	22
4. OBJETIVOS .....	23
5. MATERIAL E MÉTODOS .....	23
5.1. Avaliação da infestação por gorgulho no estabelecimento em estudo.....	23
5.2. Identificação das espécies de gorgulho .....	24
5.2.1. Técnica de disseção de machos .....	24
5.2.2. Técnica de disseção das fêmeas .....	24
5.3. Análise das medidas preventivas e de controlo das infestações por gorgulho.....	25
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
6.1. Avaliação da infestação por gorgulho no estabelecimento em estudo.....	25



6.2. Identificação das espécies de gorgulho .....	33
6.3. Entrevista a técnicos de controlo de pragas .....	35
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	41
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
9. ANEXOS.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Diferentes formatos de massa.....	6
Figura 2 – Processo de produção de massas.....	7
Figura 3 – Diversos espécimes pertencentes à Ordem Coleoptera. ....	10
Figura 4 – Exemplar adulto de <i>Tribolium castaneum</i> .....	11
Figura 5 – Fotografia da face dorsal de um exemplar adulto de <i>Sitophilus zeamais</i> .....	16
Figura 6 – Orifício de saída de <i>Sitophilus granarius</i> adulto em grãos de trigo .....	17
Figura 7 – Genitália de um macho e de uma fêmea de um adulto de <i>Sitophilus oryzae</i> e de <i>Sitophilus zeamais</i> . ....	18
Figura 8 – Planta da empresa em estudo.....	21
Figura 9 – Exemplar de gorgulho vivo nas imediações de uma paleta de embalagens de sêmola de trigo.....	23
Figura 10 – Número de infestações detetadas durante as intervenções efetuadas pela empresa de controlo de pragas no estabelecimento em estudo durante um período de 10 anos. ....	26
Figura 11 – Registo das infestações identificadas de outubro de 2009 a julho de 2019 no estabelecimento em estudo.....	28
Figura 12 – Inseticidas mais utilizados perante infestações por gorgulho.....	29
Figura 13 – Inseticidas mais utilizados perante ausência de infestação por gorgulho. ....	29
Figura 14 – Distribuição trimestral das infestações por gorgulho e das aplicações de inseticida para controlo desta praga ao longo de dez anos no operador alimentar em estudo. ....	31
Figura 15 – Número de visitas realizadas pela empresa de controlo de pragas em função do período entre duas aplicações consecutivas de inseticida.....	32
Figura 16 – Representação gráfica do número de visitas com infestação detetada e o número de visitas sem infestação detetada por estação do ano no período em estudo (2009-2019).....	33
Figura 17 – Esclerito em forma de Y de uma fêmea <i>Sitophilus zeamais</i> .....	34
Figura 18 – Esclerito em forma de Y de uma fêmea <i>Sitophilus zeamais</i> e a respetiva espermateca em forma de “castanha de cajú” .....	34
Figura 19 – <i>Edeago</i> de um macho de <i>Sitophilus zeamais</i> .....	34

## **ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1 – Resumo das intervenções realizadas no estabelecimento em estudo pela empresa de controlo de pragas para controlo de gorgulho com indicação da evidência de infestação e do inseticida utilizado. ....	27
--	----

## 1. INTRODUÇÃO

Consta que o homem primitivo concentrou as suas primeiras tentativas agrícolas na cultura dos cereais. Os grãos dos cereais fazem parte da alimentação dos seres humanos, são cultivados em grandes quantidades e constituem uma importante fonte de energia alimentar, de modo que as gramíneas são consideradas o alimento mais consumido em todo o mundo. As vitaminas, os minerais, os hidratos de carbono, as gorduras e as proteínas fazem parte da constituição nutricional da forma não refinada dos cereais, ou seja, na sua forma natural, de grão inteiro. Deste modo, os cereais apresentam utilidades diversas, nomeadamente na alimentação do ser humano, na alimentação dos animais e ainda nas indústrias para a produção de várias substâncias como glucose, óleos e álcoois (Sarwar et al. 2013).

Segundo Paim (2016), o trigo (*Triticum aestivum* L.), o arroz (*Oryza sativa* L.), o milho (*Zea mays* L.), a cevada (*Hordeum vulgare* L.) e o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) são os cereais que constituem a maioria da produção mundial de grãos alimentares. Quanto ao trigo, segundo Shewry (2009) são colhidos anualmente 600 milhões de toneladas deste cereal, pertencendo assim ao grupo das três grandes culturas de cereais. Além disso, este autor afirmou também que o trigo é considerado a cultura dominante nos países de clima temperado, sendo muito utilizado para a alimentação animal e humana.

O armazenamento dos grãos é geralmente efetuado em recipientes resistentes às pragas alimentares e às condições climáticas. Contudo, a presença de pragas granívoras interfere no equilíbrio dos ecossistemas dos produtos armazenados, sendo estas pragas causa de muitas perdas graves. Assim sendo, diversos métodos, tanto físicos (secagens ao sol, atmosferas controladas, sistemas de ventilação), como químicos (biocidas, em especial inseticidas, etc) são utilizados como estratégias de controlo destas espécies. No entanto, os métodos químicos são claramente os mais utilizados para se efetuar este controlo (Vélez et al. 2018).

Os insetos, incluindo as pragas dos produtos armazenados, têm desenvolvido diversas estratégias fisiológicas e comportamentais que permitiram o aparecimento de resistências aos inseticidas, sendo que alguns insetos conseguem alterar o seu comportamento perante a perceção sensorial destes químicos (Guedes et al. 2009).

Com a exclusão mundial da utilização do fumigante de brometo de metilo, a grande relevância já existente da fosfina como um fumigante para os produtos armazenados foi ainda aumentada. Deste modo, a utilização excessiva deste inseticida substituto, a partir de 1960, permitiu o desenvolvimento de resistências ao mesmo por parte dos insetos (Guedes et al. 2009).

Deste modo, apesar da qualidade fisiológica dos grãos ser afetada por vários fatores, a deterioração física dos lotes de grãos armazenados pode dever-se, principalmente às seguintes espécies: *Sitophilus zeamais* (Motschulsky), *S. oryzae* (L.), *Rhyzopertha dominica* (F.), *Acanthoscelides obtectus* (Say), *Lasioderma serricorne* (Fabricius), *Sitotroga cerealella* (Olivier), *Ephestia kuehniella* (Zeller) e *E. elutella* (Hübner) (Lorini et al. 2009).

No entanto, segundo Hong et al. (2018), as diversas espécies de *Sitophilus*, nomeadamente o gorgulho do arroz (*S. oryzae* (Linnaeus)), o gorgulho do milho (*S. zeamais* (Motschulsky)) e o gorgulho do trigo (*S. granarius* (Linnaeus)), são conhecidos mundialmente como as pragas dos grãos armazenados, apresentando uma distribuição cosmopolita.

Perante a problemática da presença de infestações por gorgulho nos grãos armazenados e a dificuldade de controlo das mesmas, o presente trabalho pretende investigar um caso específico de uma infestação por gorgulho que ocorreu num estabelecimento armazenista de géneros alimentícios da região metropolitana de Lisboa, de modo a identificar as possíveis falhas que tenham ocorrido que propiciaram esta infestação. Para tal foram efetuadas visitas ao estabelecimento com análise dos documentos do sistema de segurança dos alimentos e foi ainda efetuada a identificação laboratorial do inseto em questão.

Foram também realizadas entrevistas a técnicos de controlo de pragas alimentares, de modo a compreender melhor a problemática das infestações por gorgulho em Portugal.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. O trigo

“O trigo é um dos cereais cultivados pelo homem que sempre mereceu destaque, pois apresenta grande importância económica e na alimentação humana” (Manfron et al. 1993).

A palavra “trigo” tem origem latina, e provém da palavra *Triticum*, que significa partido, triturado, numa referência ao procedimento que deve ser efetuado de modo a separar o grão de trigo da camada que o reveste. O termo “trigo” pode ser utilizado tanto para designar a planta como as sementes comestíveis da mesma (Scheuer 2009).

#### 2.1.1. Génese do trigo

O trigo é o nome comum utilizado para designar as várias espécies selvagens e cultivadas de *Triticum* (Raemaekers 2001). Segundo este autor, o trigo teve a sua origem na região do Crescente Fértil, uma zona limitada geograficamente pelo sul da Turquia, norte do Iraque e adjacente ao Irão e à Síria. Como afirmava Raemaekers em 2001, o trigo selvagem continuava a crescer nessa região, pelo menos até então. Porém, os dois tipos mais cultivados de trigo, *T. aestivum* e *T. durum*, e que surgiram devido ao processo natural de hibridização entre as espécies ancestrais, já não são possíveis de serem encontrados no seu estado selvagem.

Entre 17.000 e 12.000 a.C ocorreu a domesticação do trigo, o que permitiu o seu cultivo em grande amplitude e o seu debulhar. Assim sendo, foi durante os tempos da pré-história que o trigo acabou por se espalhar pela Europa, pela Ásia e pelo norte de África, pelo que foi no Antigo Egito que surgiu o pão fermentado (Raemaekers 2001).

Estima-se que na Península Ibérica foi há pelo menos 4.000 anos que se iniciou o cultivo de trigo (Pataco 2016). No México, o trigo foi introduzido pelos espanhóis durante o século XVI, de modo que no século XIX o trigo já se tinha espalhado por toda a América do Norte (Raemaekers 2001).

Segundo Manfron et al. (1993), o trigo, apesar de ser um cereal cultivado em todos os continentes e durante as quatro estações do ano, é um cereal que tem preferências climáticas, nomeadamente por climas temperados e moderadamente secos. É entre os 20 e 55° de latitude norte e sul que o trigo apresenta uma maior concentração de cultivo pois a sua produtividade, mesmo nas áreas irrigadas da Europa, é inferior a 1000Kg.ha<sup>-1</sup>.

Quanto à classificação botânica, segundo Faria (1977/78), o trigo pertence à Divisão: *Angiospermae*, Classe: *Monocotyledoneae*, Ordem: *Glumiflorae*, Família: *Gramineae*, Tribo: *Hordeae*, Género: *Triticum* L.

É consoante o número de cromossomas (genoma) das células somáticas que se diferenciam as espécies do trigo (Raemaekers 2001).

O trigo reproduz-se através da autopolinização: o pólen cai nos estigmas antes que as anteras acabem por sair da flor. Segundo este autor, a ocorrência de polinização cruzada é de 2%. Cada espigeta permite a formação de duas, e ocasionalmente três, frutas ovais. Por sua vez, cada espiga pode apresentar cerca de 45 frutas (Raemaekers 2001).

Geralmente o grão desta planta apresenta as seguintes percentagens em relação à sua constituição: cerca de 12 - 18% de pericarpo, 80 - 85% de endosperma e 2 - 3% de gérmen (Pataco 2016), sendo que é a partir do endosperma que se obtém a farinha de trigo, pois é durante o processo de moagem que ocorre a separação do endosperma dos restantes componentes da semente, e em que o endosperma é moído para formar a farinha (Xie et al. 2008).

Quanto à cor do grão, esta pode ser branca, âmbar ou vermelha, sendo que as sementes do trigo duro normalmente apresentam uma cor âmbar. O peso de mil (1000) grãos de trigo varia entre os 30 a 50 gramas. Já no que diz respeito à viabilidade das sementes, esta prevalece durante anos sob condições de armazenamento agrícola, no entanto com perda progressiva da capacidade de germinação (Raemaekers 2001).

### **2.1.2. Consumo de trigo no mundo e em Portugal**

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura [FAO] (2019), estima-se que em 2018 foram produzidos 730,4 milhões de toneladas de trigo; 1012,3 milhões de toneladas de trigo encontravam-se disponíveis para utilização (a quantidade produzida juntamente com a quantidade que estava em *stock* disponível) e 746,4 milhões de toneladas foram utilizadas (de julho de 2018 a junho de 2019).

De julho de 2017 a junho de 2018, segundo o Instituto Nacional de Estatística [INE] (2019), em Portugal foram consumidos em média 111,9 kg de trigo por habitante, tendo em conta que a quantidade de cereais consumidos por habitante durante esse período de tempo em Portugal foi de 130,8 kg.

## **2.2. As massas**

Segundo o Decreto-Lei nº 45588 de 3 de março de 1964, capítulo I, Artigo1º: consideram-se massas alimentícias os produtos secos não fermentados, obtidos de sêmolas de trigo duro de grão claro, ou de preferência de *Triticum durum*, e de água potável, por prensagem e subsequente secagem, com ou sem adição de outras substâncias legalmente autorizadas.

Como consta no Artigo 6º do mesmo Decreto-Lei, consideram-se massas especiais as recheadas ou adicionadas de substâncias legalmente autorizadas que lhes alterem profundamente o aspeto e o sabor, tais como:

- a) Massas recheadas - as recheadas com picados de carne, vegetais ou outros;
- b) Massas de ovos - as adicionadas de ovo, em quantidade equivalente, pelo menos, a cinco ovos frescos por quilograma;
- c) Massas com ovos - as adicionadas de ovo, fresco, congelado ou em pó, em quantidade equivalente, pelo menos, a dois ovos frescos por quilograma;
- d) Massas com espinafre - as adicionadas de extrato de espinafre;
- e) Massas com tomate - as adicionadas de extrato de tomate.

### **2.2.1. A origem das massas**

Estima-se que foi com a descoberta do fogo que surgiram as massas alimentícias pois passou a ser possível cozer em água os grãos de cereais moídos, permitindo deste modo a formação de uma massa farinhenta (APN 2014). Existe ainda a evidência dos escritos de Horácio, do primeiro século a.C, que descrevem a *Lagana* como folhas finas de massa que eram fritas e utilizadas como um alimento comum (Rocha 2013).

Consta que a massa seca feita a partir de trigo duro existe em Itália desde do ano 800 d.C. (De Vita 2009). Segundo este autor foi o povo muçulmano que ocupou a Sicília que trouxe a técnica de fabricação e secagem das massas para esta cidade. Deste modo, durante o século XII, a massa que era produzida na Sicília e na Sardenha já era consumida em todo território italiano continental e ainda no Norte da Europa, sendo esta última exportação possível devido ao comércio feito pelas poderosas repúblicas marítimas de Génova e Pisa. Portanto, quando Marco Polo, em 1296, regressou a Veneza da sua viagem à China, já as pessoas de toda a Itália tinham ao seu dispor este género alimentício, e na verdade tal já era possível há mais de um século. Assim sendo, é falacioso admitir que foi Marco Polo que introduziu os *noodles* em Itália (De Vita 2009).

Porém, só entre 1800-1850, em Nápoles, é que surgiram as primeiras técnicas industriais aplicadas a massas alimentícias, o que não só permitiu uma produção de maior quantidade das mesmas e a um baixo custo, e consequentemente uma maior disponibilidade, como mais tarde permitiu o desenvolvimento de uma grande diversidade de formatos de massas secas (APN 2014).

Segundo os Artigos 2º e 3º do Decreto-Lei nº 45588 de 3 de março de 1964, as massas alimentícias podem ser classificadas quanto ao formato em massinhas, massas



curtas e massas longas, considerando-se as meadas incluídas na última classe, e quanto à composição em massas comuns, especiais e dietéticas.

Atualmente pode ter-se acesso a uma grande diversidade de formatos de massas alimentícias, o que permite ao consumidor fazer a sua escolha consoante o seu gosto, o momento de consumo e o tipo de confeção culinária. Quanto às massas secas, existem mais de 600 formatos diferentes à escolha do consumidor, contudo, em Portugal, as massas secas mais conhecidas são: *spaghetti*, *fettuccine*, *linguine*, *fusilli* e *farfalle* (APN 2014) (Figura 1). É devido à conveniência e à versatilidade das massas alimentícias em comparação com outros produtos que os consumidores preferem este produto (Rocha 2015).



Figura 1 – Diferentes formatos de massa: a)- *fettuccine*; b)- *farfalle*; c)- *spaghetti*; d)- *linguine*; e)- *fusilli* (adaptado de Pasta Fits 2019).

### 2.2.3. Consumo de massa no mundo e em Portugal

Segundo a *Union of Organizations of Manufacturers of Pasta Products of the E.U.* [UNAFPA], no ano de 2015, em Portugal foram produzidas aproximadamente 76.500 toneladas de massa (UNAFPA 2015). Tendo em conta que a população portuguesa desse ano era de 10.358100 habitantes, o consumo anual *per capita* em Portugal foi de aproximadamente 7,39 kg de massa (Pordata (b) 2019; UNAFPA 2015). No ano de 2013, a produção mundial de massa foi cerca de 14,3 milhões de toneladas (IPO 2014).

#### 2.2.4. Produção das massas

Os ingredientes para a produção de massa são os seguintes: trigo (trigo duro ou trigo mole), água potável e outros ingredientes ou não, nomeadamente: ovos desidratados, extrato de pó de espinafres, de cenoura, de beterraba, de tomate, vitaminas, fibra, entre outros. Quanto à água, esta deve ser potável, com um pH de 7,8, insípida e visualmente transparente, livre de microrganismos e, se possível, com baixo teor de sais minerais, dado que a textura da massa pode ser influenciada perante a interação dos mesmos com o glúten (APN 2014; Rocha 2013).

A componente nutricional das massas varia consoante os ingredientes que durante a confeção são adicionados às mesmas. A quantidade de proteínas é normalmente baixa, cerca de 3% (Rocha 2015).

O processo de produção (Figura 2) consiste em duas etapas principais: a etapa de fabrico e a etapa de embalagem. A etapa de fabrico engloba as seguintes fases: pré-mistura dos ingredientes em causa (sêmola de trigo, água e, eventualmente, outros ingredientes anteriormente referidos), mistura, extrusão ou laminação, molde e corte, secagem, arrefecimento, ensilagem (granel) e estabilização. É durante o processo de extrusão ou laminação que a massa é moldada em esparguete, *fusilli*, *rissoni*, *anelli*, *rigatoni*, *fetuccine*, lasanha, canelones, entre outras. Seguidamente vem a etapa de embalagem, que engloba a fase do empacotamento, da paletização, do armazenamento e da expedição (APN 2014; Rocha 2015).

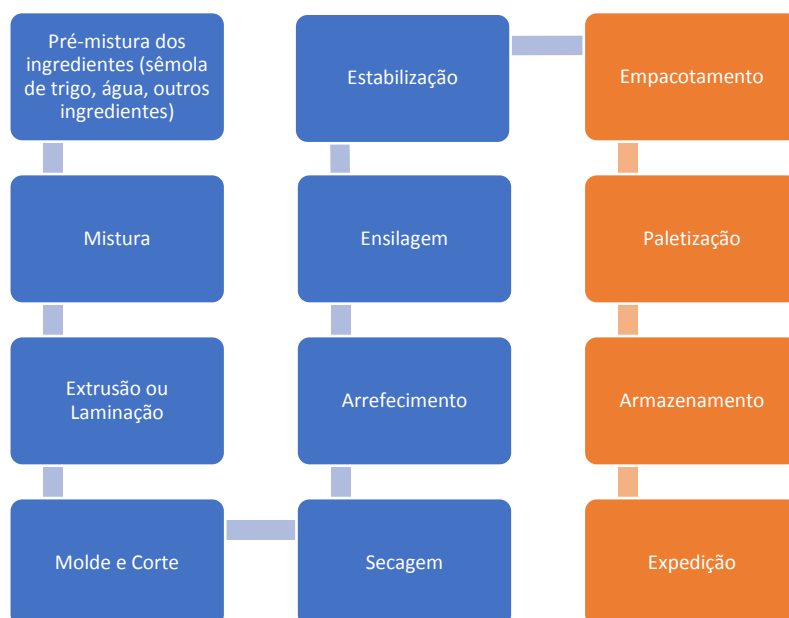


Figura 2 – Processo de produção de massas (adaptado de APN 2014).

No caso das massas alimentícias secas, durante o processo de secagem, pretende-se que o teor de humidade desça dos 31% e estabilize aproximadamente nos 12-13%, e que esta percentagem se preserve durante o processo de embalagem e armazenamento,

sendo que estes últimos são efetuados à temperatura ambiente (Balasubramanian 2006; Rocha 2015).

Segundo a lei italiana, se as massas frescas são embaladas previamente à comercialização, deve-se efetuar um processo de pasteurização em que se atinge um teor de humidade de 24% e um  $a_w$  que varia entre os 0,92 e os 0,97. Após o alcance deste teor, procede-se ao processo de embalagem e armazenamento a uma temperatura controlada de  $4\pm 2^\circ\text{C}$  (Carini et al. 2009).

### **2.3. Armazenamento de cereais**

A finalidade do armazenamento é possibilitar a disponibilidade de alimento durante todo o ano, sem que o alimento perca qualidade e valor nutritivo, permitindo assim a conservação das boas condições dos grãos, de modo a reduzir perdas (Antunes 2010).

Segundo Antunes (2010), as perdas de armazenamento estão relacionadas com a estrutura do armazém, as condições de higiene, o período de armazenamento, a forma dos grãos e as condições climáticas locais, entre outros fatores.

São os armazéns inadequados, a sujidade das instalações, os inseticidas utilizados para o controlo de pragas, a resistência das pragas aos inseticidas, a falta de preocupação e/ou o desconhecimento do responsável pelo armazém acerca das potenciais pragas, entre outros fatores, que têm contribuído para que sucedam elevadas perdas de grãos, tanto a nível da quantidade como da qualidade (Louro 2015).

As perdas qualitativas significativas são nomeadamente: a presença de fragmentos de insetos em subprodutos alimentares, contaminações fúngicas, presença de micotoxinas e de resíduos de inseticidas, perda da qualidade fisiológica das sementes, deterioração da massa dos grãos e perda do valor nutricional dos grãos (Ribeiro 2010)

Problemas como o apodrecimento de grandes quantidades de grãos nos armazéns e a rejeição de lotes para comercialização devido à presença de insetos podem ser minimizados através de uma boa gestão dos cereais armazenados, onde se incluem boas estruturas de armazenamento (Portero 2010).

No armazenamento de grãos devem considerar-se fatores bióticos e abióticos. Os bióticos incluem o próprio grão, insetos, aves, roedores, ácaros e microrganismos. Os fatores abióticos são a temperatura, a humidade e a luminosidade. É com base na manipulação dos fatores bióticos e abióticos das massas de grãos que se fundamentam as técnicas de conservação de grãos, de modo a preservar as qualidades dos produtos armazenados (Portero 2010).

As pragas, além de serem responsáveis pela perda da qualidade dos grãos e dos subprodutos no momento em que são destinados à comercialização e ao consumo, são também as maiores causadoras de perdas físicas (Portero 2010).

## 2.4. Pragas

Consideram-se pragas todos os animais que podem infestar e contaminar os géneros alimentícios como insetos voadores e rastejantes, roedores, aves, entre outros (Rodrigues 2012).

Segundo Silva (2016), a humidade, o alimento, o calor e o abrigo são as condições ideais para o desenvolvimento destas pragas, como tal, é nas zonas de produção e manipulação de alimentos que as mesmas podem ser encontradas.

Importa ainda referir que é bastante provável que o aquecimento global tenha a capacidade de afetar as populações de insetos de produtos armazenados, pois estima-se que o aumento de 2°C da temperatura do ambiente, tenha o efeito de quintuplicar o número de ciclos de vida dos insetos durante o período da colheita (Singano et al. 2019).

### 2.4.1. Pragas dos cereais armazenados

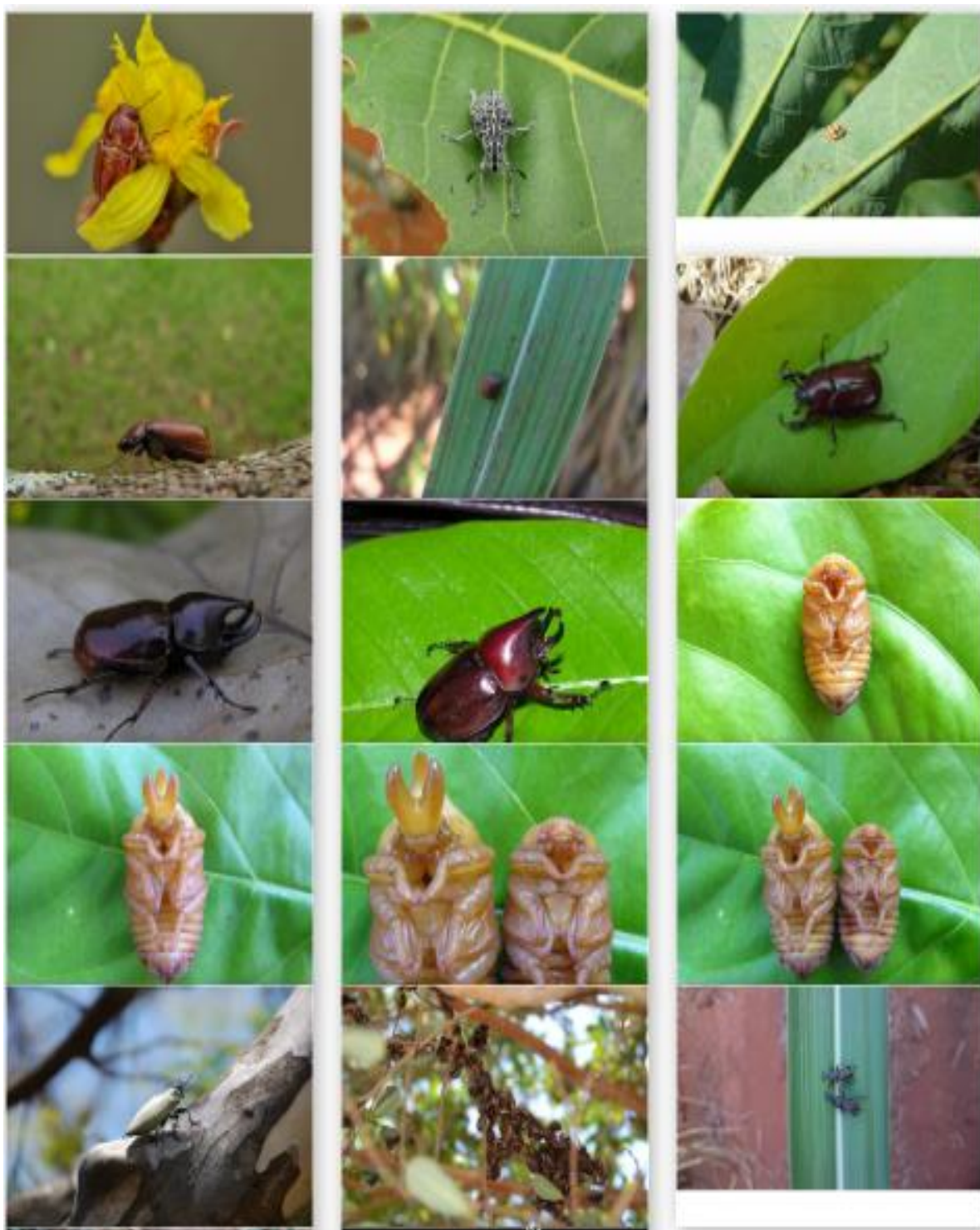
Os dois grupos de pragas mais importantes que atingem os grãos no armazenamento são os coleópteros e as traças (Portero 2010).

A Ordem Coleoptera (Figura 3) inclui aproximadamente 250.000 espécies conhecidas e a sua importância é devida ao facto de muitas destas espécies terem a capacidade de se desenvolverem em *habitats* criados ou modificados pelo ser humano. As Famílias desta Ordem que apresentam maior relevância para os produtos armazenados são as seguintes: Bostrychidae, Bruchidae, Cucujidae, Curculionidae, Dermestidae, Silvanidae e Tenebrionidae.

Finalmente, as espécies destas Famílias mais importantes no âmbito das pragas dos grãos de armazenamento são nomeadamente: o “besourinho” dos cereais (*Rhyzopertha dominica*) que destrói o trigo e o arroz; o gorgulho (*Sitophilus oryzae* e *S. zeamais*) que afetam o milho, o trigo e o arroz; e as espécies *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Tribolium castaneum* (Figura 4), que atacam todos os tipos de grão já danificados (Antunes 2010; Portero 2010).

Segundo Trematerra (2009), em qualquer ponto da cadeia alimentar, incluindo estabelecimentos de armazenamento, industriais ou não, e estabelecimentos comerciais, que estejam infestados por insetos provenientes de outros produtos, os géneros alimentícios como o arroz e as massas são passíveis de serem infestados por *S. zeamais*. Este inseto invade facilmente embalagens de géneros alimentícios, como por exemplo embalagens de arroz comercial e massas, através de aberturas existentes nas embalagens: aberturas pré-existentes, aberturas criadas por insetos já anteriormente instalados ou ainda através defeitos mecânicos de selamento das embalagens (Babarinde et al. 2013). Foi realizada uma experiência laboratorial por Murata et al. (2008) na qual uma população de *S. zeamais*,

mantida em arroz integral durante 30 anos, conseguiu infestar massas alimentícias embaladas e provocar danos nos mesmos. Deste modo, *S. zeamais* é considerada a praga principal e a mais prejudicial em agroecologias tropicais, sendo responsável por 20 a 40% das perdas em grãos armazenados (Chuck-Hernández et al. 2012).



**Figura 3 – Diversos espécimes pertencentes à Ordem Coleoptera (adaptado de Embrapa) - <https://www.embrapa.br/cerrados/colecao-entomologica/coleoptera>.**





**Figura 4 – Exemplar adulto de *Tribolium castaneum* (Adaptado de Invasive.Org 2018).**

A Família Curculionidae tem cerca de 60.000 espécies descritas que prejudicam uma larga variedade de sementes. A maior parte dos curculionídeos são fitófagos, tanto durante a fase larval como durante a fase adulta. É pela presença de uma cabeça com um rostro prolongado, onde se encontram as peças bucais, e que apresenta um comprimento bastante varável, pela presença de élitros ou asas externas rígidas e ainda pelas antenas geniculoclavadas, que os insetos adultos desta Família são facilmente identificados (Ambrogi et al. 2009; Antunes 2010).

#### **2.4.2. Hábitos alimentares das pragas dos cereais armazenados**

Para perceber a importância da entomofauna presente durante o período de armazenamento é essencial conhecer os hábitos alimentares de cada praga. Consoante esses hábitos, as pragas podem ser classificadas em primárias ou secundárias (Haines 1991):

**a)** **Pragas primárias:** são aquelas que atacam as sementes e os grãos inteiros e podem ser denominadas pragas primárias internas ou externas consoante a parte do grão que atacam. As primárias internas perfuram as sementes e penetram nas mesmas para finalizarem o seu desenvolvimento. Todo o tecido de reserva da semente serve de alimento para a praga e esta perfuração permite a instalação de outros agentes de deterioração. Exemplos destas pragas são as espécies *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* e *S. zeamais*. Quanto às pragas primárias externas, apesar de estas também destruam a parte exterior da semente (tegumento) e, posteriormente, alimentarem-se da parte interna, não se desenvolvem no interior da mesma. Portanto, ocorre a destruição da semente somente para fins alimentares (Lorini et al. 2009; Haines, 1991).

**b)** **Pragas secundárias:** são aquelas pragas que não conseguem atacar sementes e grãos inteiros, deste modo, estes últimos necessitam de estar danificados ou quebrados

para estas pragas conseguirem alimentar-se deles. Estas pragas surgem nas sementes quando estas já se encontram trincadas, partidas ou danificadas pelas pragas primárias. Têm a capacidade de se multiplicarem rapidamente e, por conseguinte, causam prejuízos elevados. Como exemplo destas pragas, podem ser mencionadas as seguintes espécies: *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Tribolium castaneum* (Lorini et al. 2009; Haines 1991).

De modo a adaptar a estratégia mais adequada para evitar prejuízos é necessário realizar uma descrição das pragas e dos danos que as mesmas exercem sobre os cereais.

#### **2.4.3. Métodos de controlo de pragas dos cereais armazenados**

Segundo a Autoridade de Segurança Alimentar e Económica [ASAE] (2017), existem determinados procedimentos que devem ser tidos em consideração pelo estabelecimento alimentar no âmbito do programa de controlo de pragas, nomeadamente: deverá ser efetuado um programa de colocação, manutenção e substituição das estações de isco e de electrocutores/ electrocaçadores/ electrocoladores de insetos; deverá ser elaborado um mapa com a localização dos itens anteriormente referidos; o estabelecimento deverá dispor de fichas técnicas e de fichas de segurança dos produtos e ter conhecimento da forma de atuação em caso de intoxicação com o produto; o estabelecimento deverá ainda manter em arquivo todos os relatórios de controlo de pragas, nomeadamente das ações de controlo preventivo previstas no programa de controlo de pragas, como também das ações de intervenção nos casos em que ocorreram infestações. No caso destes últimos registos deve ainda constar a menção de todas as pragas encontradas, as respetivas áreas de deteção, a identificação dos produtos químicos aplicados e a descrição das respetivas ações corretivas.

Esta entidade (ASAE, 2017), refere ainda algumas regras básicas que deverão ser tidas em conta para a implementação de um eficiente programa de controlo de pragas:

- As instalações deverão ser mantidas num bom estado de conservação;
- Os orifícios, drenos, ralos e outras possíveis entradas de pragas deverão ser mantidos fechados;
- As portas e as janelas deverão ser mantidas fechadas e vedadas;
- Nas janelas e em outras aberturas de ligação ao exterior deverão ser aplicadas redes de proteção contra insetos e que deverão ser facilmente removíveis para limpeza;
- Os alimentos sobre prateleiras ou estrados deverão encontrar-se acondicionados e não encostados à parede;
- O estabelecimento deverá promover e manter um eficaz plano de higienização das instalações;

- Os animais deverão ser excluídos da área circundante e do interior das instalações de processamento de alimentos.

Segundo o Regulamento (UE) nº 528/2012 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de maio de 2012, relativo à disponibilização no mercado e à utilização de produtos biocidas, designadamente no Capítulo I, Artigo 3º, consta que produtos biocidas são “ – qualquer substância ou mistura, na forma em que são fornecidos ao utilizador, que consistam, contêm ou que gerem uma ou mais substâncias ativas, com o objetivo de destruir, repelir ou neutralizar um organismo prejudicial, prevenir a sua ação ou controlá-la de qualquer outra forma, por meios que não sejam a simples ação física ou mecânica; – qualquer substância ou mistura gerada a partir de substâncias ou misturas que não sejam abrangidas pelo âmbito de aplicação do primeiro travessão e utilizada com o objetivo de destruir, repelir ou neutralizar um organismo prejudicial, prevenir a sua ação ou controlá-la de qualquer outra forma, por meios que não sejam a simples ação física ou mecânica. Um artigo tratado que tenha uma função biocida primária é considerado um produto biocida”.

Ainda segundo o mesmo Regulamento (nº 582/2012), a partir do Anexo V, os produtos biocidas são classificados em 22 tipos, agrupados em quatro grupos principais: desinfetantes, conservantes, produtos de controlo de animais prejudiciais, do qual os inseticidas fazem parte, e ainda o grupo de outros produtos biocidas. Os inseticidas são os produtos utilizados no controlo dos artrópodes, mais especificamente de insetos, por outros meios que não sejam os de repeli-los ou atraí-los.

Consta que a aplicação de inseticidas para combater os insetos é uma prática frequente em fábricas e armazéns alimentares. No entanto, quando não devidamente aplicados e controlados, podem constituir fatores de risco para a saúde pública e para o meio ambiente, existindo um consenso geral que a utilização de produtos químicos tem provocado significantes consequências a nível social e ambiental, além de que dependendo das condições climáticas e do método de aplicação destes produtos, 90% destes não alcançam o seu objetivo. Os trabalhadores rurais e os agricultores são provavelmente o grupo mais afetado, devido aos efeitos diretos e indiretos destes produtos na saúde dos indivíduos (Akelah 1996; Louro 2015; Pedlowski et al. 2012).

Os inseticidas, como por exemplo os piretróides, os organofosforados e os fumigantes de fosfina, têm sido os métodos de controlo mais utilizados para o combate de pragas dos cereais armazenados (Vélez et al. 2018).

Os inseticidas de contacto há décadas que têm sido abundantemente utilizados como um método preventivo para a proteção de produtos armazenados. Este tratamento resulta da aplicação direta do produto nos grãos que entram nos armazéns ou pode ainda ser utilizado como um tratamento de superfícies, fendas e fissuras de caixas vazias,



armazéns de alimentos, moinhos e instalações de processamento (Kavallieratos, et al. 2017).

Um dos inseticidas que tem sido mais utilizado nas últimas décadas para a proteção dos grãos é a deltametrina (Vélez et al. 2018). Este inseticida, como demonstrou uma elevada eficácia contra *Sitophilus zeamais*, passou a ser utilizado com demasiada confiança conduzindo ao desenvolvimento de resistências. Deste modo, é necessário o desenvolvimento de novos produtos para a proteção dos grãos, que sejam seguros e que não possibilitem a criação de resistência por parte dos insetos (Vélez et al. 2018).

Segundo Abdel-Daim et al. (2013), a deltametrina é um acaricida e um inseticida piretróide de amplo espectro bastante utilizado em agricultura e pecuária. No entanto, foram verificados efeitos hepatonefrotóxicos em humanos e animais expostos a este químico. Adicionalmente, este inseticida apresenta efeitos ambientais nefastos, nomeadamente toxicidade para os animais e humanos que estejam a habitar o mesmo ecossistema.

Já no que diz respeito aos fumigantes, estes são utilizados para eliminar uma infestação já existente (Kavallieratos et al. 2017). Segundo Agrafioti e Athanassiou (2018), a utilização recorrente de fumigantes de fosfina deve-se ao seu baixo custo e ao facto de este método deixar resíduos mínimos nos produtos em que é aplicado. No entanto, a utilização de fumigantes de fosfina já está a ser posta em causa devido às resistências descritas em insetos dos produtos armazenados. Estas resistências são resultantes da utilização recorrente dos produtos, conjugada com as más práticas de fumigação.

Em 2001, Lee et al. afirmaram que o brometo de metilo, na altura considerado o fumigante mais eficaz, seria em breve proibido devido às características que potenciam a depleção da camada do ozono. Adicionalmente, estes autores afirmaram que a fumigação de pragas alimentares de grãos armazenados, num futuro próximo, passaria a ser feita com fosfatos, devido à eficácia e rápida dessorção destes.

Lee et al. (2001) referiram ainda que os fumigantes de fosfatos deveriam ser substituídos por outros produtos devido às resistências geradas por parte dos insetos aos produtos à base fosfatos e à possibilidade de estes produtos apresentarem efeitos genotóxicos nos indivíduos que os aplicam frequentemente, como é o caso dos fumigadores profissionais.

Desde a segunda Guerra Mundial e até ao final do século XX, o lindano, um pesticida organoclorado, foi bastante utilizado como inseticida na área da agricultura e da saúde pública. Resíduos deste produto, devido à sua intensa utilização, têm sido detetados por todo o mundo devido às suas capacidades de se acumularem nos tecidos dos seres humanos e animais, através da cadeia alimentar (Castro Janer et al. 2015; Dominguez et al. 2018). Além disso, a contaminação ambiental com este produto foi uma das consequências

da sua produção e aplicação, encontrando-se atualmente disperso globalmente (Vijgen et al. 2019).

Devido à sua longa viabilidade e elevada toxicidade, o lindano é considerado um produto que apresenta um potencial risco para a saúde animal e humana, estando associado a problemas dermatológicos, tonturas, náuseas, convulsões, vômitos, dores de cabeça, podendo mesmo ser fatal. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) e a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), foi também considerado um produto neurotóxico, potencialmente teratogénico e carcinogénico (Dominguez et al. 2018).

Assim sendo, como um possível recurso alternativo aos biocidas convencionais, surgiram os óleos essenciais. Estes óleos, além de demonstrarem uma baixa toxicidade para os animais de sangue quente, uma elevada volatilidade e também uma elevada toxicidade para uma ampla variedade de insetos de grãos armazenados, são também facilmente biodegradados, sendo mais seguros para o ambiente (Gonzalez et al. 2014; Lee et al. 2001).

## **2.5. O Género *Sitophilus* associado ao trigo armazenado**

O Género *Sitophilus* apresenta três espécies consideradas importantes como pragas dos cereais armazenados: *Sitophilus zeamais* (Motschulsky 1855), *S. oryzae* (Linnaeus 1763) e *S. granarius* (Linnaeus 1758). Tanto *S. zeamais* como *S. oryzae* desenvolvem-se em todos os cereais, incluindo cereais processados, como é o exemplo das massas (Antunes 2010; Pereira and Almeida 2001; Silva 2016).

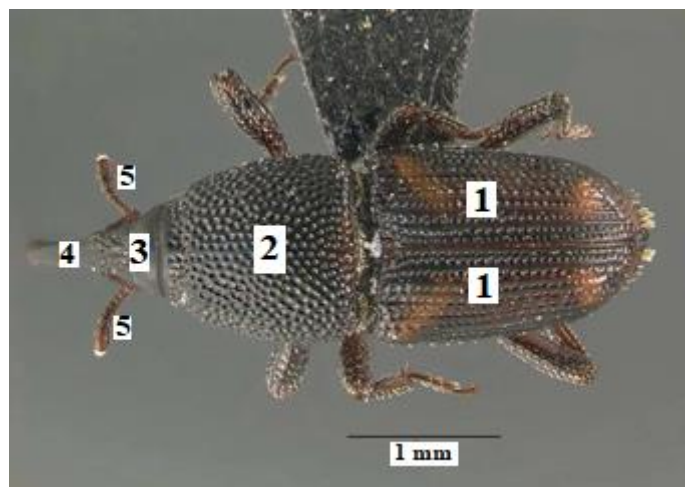
A espécie *S. granarius* é uma praga importante nas regiões temperadas, enquanto *S. zeamais* e *S. oryzae* apresentam um melhor desenvolvimento nas regiões tropicais, subtropicais e mediterrânicas. Esta atual distribuição está associada a fatores como o clima, o sistema agrícola e as condições socioeconómicas das várias partes do globo (Antunes 2010).

Os insetos desta Família sofrem uma metamorfose completa e os adultos são normalmente muito quitinizados, apresentando um comprimento que não ultrapassa os 5 mm. Apresentam bordos paralelos, dorsalmente achatados e quase glabros. As asas externas rígidas destes insetos proporcionam unicamente a proteção das asas internas (caso estas estejam presentes) e de alguns ou todos os segmentos abdominais (Antunes 2010).

A cabeça juntamente com o rostro é mais curta que o protórax (Figura 5), sendo que este último é cilíndrico à frente e dilatado na parte basal. Na extremidade anterior do rostro, diante dos olhos, encontra-se a armadura bucal que contém as peças cortantes, peças estas que o inseto utiliza para atacar os grãos. Quanto às antenas geniculo-clavadas, estas são constituídas por um longo escapo claviforme seguido de um funículo, formado por seis

artículos, e de uma clava triarticulada. O protórax de *Sitophilus* spp. é alongado, truncado na parte anterior e de flancos medianamente convexos. Quanto aos élitros, estes apresentam pontuações arredondadas. Os fêmures são robustos, as tíbias fortemente unculadas e os tarsos são curtos e aparentemente quadri-articulados (Antunes 2010).

A aparência de *S. granarius* é semelhante à de *S. zeamais* e *S. oryzae*. No entanto, *S. granarius* pode ser diferenciado pela ausência das asas internas e pela forma oval das pontuações no protórax. No caso de *S. zeamais* e *S. oryzae*, estes apresentam no protórax punções redondas. Quanto aos élitros de *S. granarius*, estes são castanhos e não apresentam marcas, já os dos *S. zeamais* e *S. oryzae* podem apresentar quatro pontuações amarelo-avermelhadas (Antunes 2010).



**Figura 5 – Fotografia da face dorsal de um exemplar adulto de *Sitophilus zeamais*. Legenda: 1- asas externas rígidas (elíteros); 2- protórax; 3- cabeça; 4- rostró; 5- antenas. (Adaptado de Invasive.Org 2018).**

O peso e o tamanho de *Sitophilus* spp. variam conforme as suas características genéticas, condições de temperatura ambiente e humidade relativa, a natureza do produto infestado, entre outros fatores (Barros1990). Os adultos têm uma vida longa (vários meses até um ano) e a postura, realizada nas sementes, dá-se ao longo da vida, existindo vários fatores que podem influenciar a mesma: o tipo, a variedade, a idade e o teor de água do grão, assim como a temperatura ambiente e a humidade relativa (Antunes 2010).

As fêmeas das espécies do Género *Sitophilus* não realizam a postura em grãos disformes ou alterados sendo estes sempre recusados pelas fêmeas para a postura (Antunes, 2010).

O número de ovos por cada fêmea varia entre os 150 a 300 ovos (Louro 2015). A fêmea constrói pequenas cavidades no interior dos grãos de cereais para realizar a postura dos ovos. De modo a proteger os mesmos, a fêmea produz uma secreção cerosa que é utilizada para selar as cavidades que contêm os ovos (Howe 1952). Após a postura, os estádios imaturos desenvolvem-se no interior das sementes pelo que consoante o

comportamento da fêmea e a qualidade dos grãos em que os ovos serão depositados (ex. tamanho e teor de água da semente, presença de outra larva), assim variam os recursos disponíveis para a larva (Antunes 2010). É possível que ocorra o depósito de vários ovos num único grão, no entanto, é pouco provável que mais do que uma larva se desenvolva até à maturidade devido ao possível canibalismo (Antunes 2010).

No caso de *S. zeamais*, a temperatura ótima de postura ronda os 25°C, no entanto é possível que a postura ocorra num intervalo entre os 15 e os 35°C, sendo necessária uma humidade superior a 10% no interior do grão. O período de incubação do ovo é aproximadamente 6 dias a uma temperatura de 25°C (Howe 1952). Após a postura, a larva inicia o seu desenvolvimento, à medida que vai escavando um túnel e se vai alimentando do interior do grão. A larva tem de passar por quatro fases e só então atinge os estados de pré-pupa e pupa. A pupação ocorre também dentro do grão e os adultos recentemente desenvolvidos abrem o seu caminho de saída, até ao exterior, deixando como rasto um buraco largo muito característico (Figura 8). Quanto aos períodos médios de desenvolvimento de um ciclo de vida completo, estes variam de 35 dias, em condições ótimas, até mais de 110 dias, em condições desfavoráveis (Antunes 2010).



**Figura 6 – Orifício de saída de *Sitophilus granarius* adulto em grãos de trigo (seta vermelha) (adaptado de Invasive.Org de 2018).**

Os insetos adultos apresentam termotropismo positivo (os movimentos são mais rápidos quanto mais elevada é a temperatura), higrotropismo positivo (procuram ambientes onde a humidade relativa seja igual ou superior a 70% porque são bastante sensíveis à secura), fototropismo negativo (além de evitarem a ação direta da luz, apresentam uma atividade essencialmente noturna), e apresentam tigmotactismo positivo pois escondem-se no interior da pilha de grãos ou, caso o armazém esteja vazio, nas fendas das paredes (Antunes 2010). Manifestam também imobilidade reflexa, definida por Fleurat-Lessard (1982), e em que perante situações em que o inseto é sujeito a uma agressão exterior, os adultos recolhem rapidamente as antenas e as patas, sob o corpo, e segue-se um tempo de imobilização em que simulam a sua morte (Barros 1990).

Quanto à distinção entre *S. zeamais* e *S. oryzae*, até recentemente esta era muito confusa uma vez que as duas espécies não são distinguíveis através das características externas. Deste modo, para uma possível diferenciação entre elas, é necessário recorrer-se à disseção e observação da genitália (Antunes 2010).

### 2.5.1. *Sitophilus zeamais* e *Sitophilus oryzae*

Nos machos de *S. oryzae* observa-se um *edeago* (parte extrema do órgão sexual masculino) com uma superfície completamente lisa e convexa (Figura 7); já no caso de *S. zeamais* o *edeago* apresenta uma crista central entre duas depressões longitudinais. Quanto às fêmeas, no caso de *S. oryzae*, o esclerito (placa de quitina de revestimento) em forma de Y apresenta prolongamentos arredondados; no que diz respeito a estes prolongamentos das fêmeas de *S. zeamais*, são pontiagudos e o espaço existente entre os dois é maior que a largura dos dois juntos (Pereira and Almeida 2001).

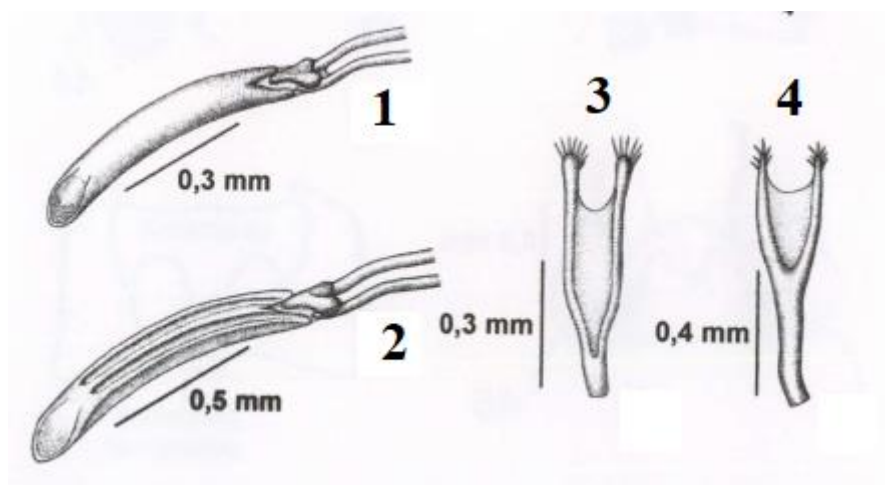


Figura 7 – Genitália de um macho e de uma fêmea de um adulto de *Sitophilus oryzae* e de *Sitophilus zeamais*: 1- *edeago* de um macho de *S. oryzae*; 2- *edeago* de um de *S. zeamais*; 3- esclerito Y de uma fêmea de *S. oryzae*; 4- esclerito de uma fêmea de *S. zeamais*. (Adaptado de Pereira & Almeida 2001).

### 2.5.2. Toxicidade de *Sitophilus zeamais*

Na presença de uma infestação por *S. zeamais*, os grãos de cereais são quebrados e assim torna-se possível que outros agentes de deterioração de grãos, como por exemplo fungos, ácaros e insetos secundários se instalem. Perante o calor metabólico, ocorre a elevação da atividade de água e da temperatura dos grãos armazenados a níveis favoráveis ao crescimento de fungos. Deste modo, a proliferação e dispersão de fungos toxinogênicos pode ocorrer pela maior vulnerabilidade dos grãos, devida aos danos físicos causados nos mesmos por *S. zeamais* (Fleurat-Lessard 2017; Ribeiro 2010; Riudavets et al. 2018)

As infestações por fungos dos grãos levam consequentemente a outros danos nos mesmos, nomeadamente descolorações, odores, perdas de capacidade de germinação e ainda contaminações com micotoxinas prejudiciais (Chuck-Hernández et al. 2012)

Segundo Vogelgsang et al. (2019), uma das doenças de cereais mais nocivas que afeta o trigo, a aveia e a cevada é a doença da queima da cabeça causada por *Fusarium* (*Fusarium* head blight), sendo que das 70 espécies do Género *Fusarium*, 17 delas estão associadas a esta doença. Na Europa central, as espécies *F. graminearum sensu stricto*, *F. poae*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. langsethiae* e *F. cerealis* são as espécies mais implicadas. No entanto é a contaminação por várias micotoxinas prejudiciais à saúde humana que apresenta maior relevância nestas infestações.

As micotoxinas são metabolitos secundários de fungos, passíveis de provocar efeitos adversos em seres humanos e animais após o consumo dos mesmos, apresentando deste modo implicações significativas no abastecimento de alimentos e rações, da segurança dos alimentos e do comércio internacional (Janssen et al. 2019).

Os tricotecenos e as zearalenonas (micotoxinas estrogénicas não esteróides) são as micotoxinas de maior impacto à saúde humana e animal. Quanto aos efeitos adversos das zearalenonas em animais, sabe-se que apresentam efeitos a nível hormonal, nomeadamente a nível dos estrogénios, pois potenciam a infertilidade, provocam o alargamento do útero e das glândulas mamárias, propiciam o prolapso vaginal e a atrofia dos testículos e dos ovários. Adicionalmente, existe também uma relação entre o efeito destas toxinas e o aumento do número de casos de crianças com alterações precoces na puberdade. Perante o consumo de grãos contaminados por tricotecenos podem surgir efeitos como irritação intestinal nos mamíferos, rejeição de consumo de ração por parte dos animais, vómitos, dermatites, desenvolvimento de anorexia e ainda problemas imunológicos (Cerveró et al. 2006; Terciolo et al. 2018; Vogelgsang et al. 2019).

São ainda de considerar os possíveis danos à saúde humana devidos à presença de resíduos de inseticidas e de toxinas nos grãos e nos subprodutos dos mesmos, e ainda pela exposição direta dos trabalhadores de silos e armazéns (Ribeiro, 2010).

Foi também demonstrado que o gorgulho é uma fonte de dispersão de bactérias para os grãos e cereais armazenados. *Escherichia intermedia*, *Proteus rettgeri*, *P. vulgaris*, *Bacillus subtilis*, *Serratia marcescens*, *Streptococcus* spp., *Micrococcus* spp. e membros pertencentes ao grupo das *Klebsiella-Aerobacter* fazem parte deste leque de bactérias, sendo que algumas delas são patogénicas para o ser humano (Harein et al. 1968).

Não foi encontrada bibliografia que sugira efeitos adversos diretos de *Sitophilus zeamais* na saúde animal ou humana. Portanto, os efeitos adversos provenientes do ataque destes insetos aos grãos resumem-se a: perda de peso e valor nutritivo do grão, como por exemplo aumentando o nível de ácidos gordos livres do grão, possibilidade de

desenvolvimento de um sabor desagradável, perda da capacidade germinativa do grão, o aparecimento de fungos ou bactérias e a sua germinação inoportuna devido ao aquecimento espontâneo resultante da atividade dos insetos e até mesmo destruição completa do grão (Barros 1990; Babarinde et al. 2013).

### 3. DESCRIÇÃO DA EMPRESA EM ESTUDO

A empresa em estudo é um estabelecimento armazenista e distribuidor de géneros alimentícios com Número de Controlo Veterinário atribuído pela Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV), localizado na área metropolitana de Lisboa. Este estabelecimento realiza trocas intracomunitárias de géneros alimentícios produzidos em Itália, realizando também exportação desses alimentos para os mercados angolano e brasileiro.

Este estabelecimento opera também como armazenista e distribuidor por grosso de géneros alimentícios ultracongelados, refrigerados e secos destinados ao mercado retalhista (mercados, supermercados e estabelecimentos de restauração e bebidas). O *lay-out* das instalações é apresentado na Figura 8. O estabelecimento compreende zonas de receção de matérias primas, armazenamento à temperatura ambiente, armazenamento refrigerado e armazenamento em conservação da congelação, além das zonas sociais para os trabalhadores e uma zona administrativa (Figura 8).

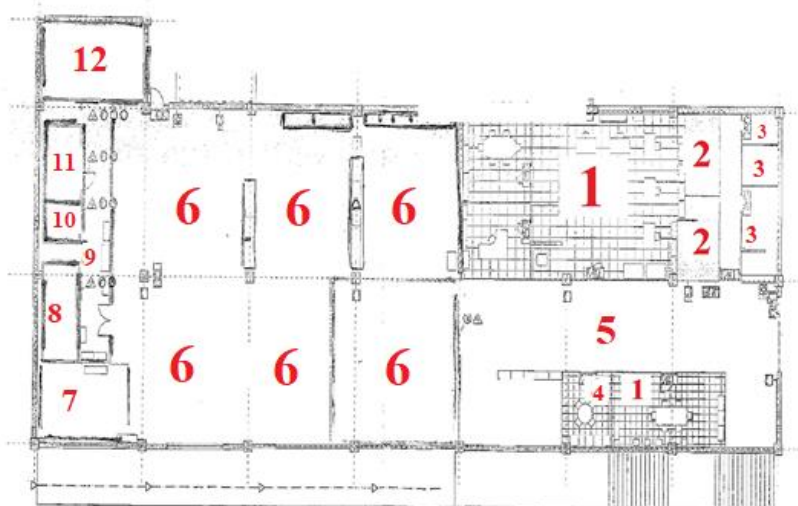
Entre os alimentos conservados à temperatura ambiente (Figura 8 – zona 6) estão os óleos alimentares, conservas e semi-conservas, massas alimentícias, pastas vegetais, farinhas e fermentos em pó. Relativamente aos alimentos refrigerados, estes são conservados nas câmaras de refrigeração de massas, charcutaria e lacticínios (Figura 8 – zona 9,10 e 11 respetivamente), que funcionam entre os 0 e 4° C e englobam, entre outros, massas frescas e recheadas, queijos frescos e curados tradicionais italianos, carnes curadas e enchidos à base de carne. Entre os alimentos ultracongelados, incluem-se sobremesas tradicionais italianas, massas recheadas e refeições *cook-freeze* (Figura 8 – zona 12), cuja conservação é realizada a uma temperatura inferior a -18°C. Esta empresa comercializa também bebidas como vinhos, *grappa*, bebidas espirituosas, e artigos e utensílios profissionais para pizarias e restaurantes italianos que são armazenados na zona 6 (Figura 8).

Quanto ao sistema de segurança alimentar, neste estabelecimento existe um sistema de Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos (HACCP) implementado, de acordo com o Regulamento (CE) nº. 852/2004, do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de abril de 2004. Estão também implementados os pré-requisitos que servem de base ao HACCP e que foram adaptados do Código de Boas Práticas da Distribuição Alimentar,

concebido pela Comissão de Produtos Alimentares e Segurança Alimentar da Associação Portuguesa de Empresas de Distribuição (APED) (2007). Os pré-requisitos encontram-se estruturados de acordo com os seguintes temas:

- Higiene da conceção das instalações, equipamentos e utensílios
- Limpeza e desinfeção das instalações, equipamentos e utensílios
- Higiene e saúde do pessoal
- Formação
- Manutenção preventiva
- Controlo de pragas
- Controlo da temperatura
- Controlo de águas
- Controlo dos produtos comercializados
- Encaminhamento de resíduos
- Registos

Na presente dissertação será abordado com maior detalhe o pré-requisito “Controlo de pragas”, por ser aquele que assume maior importância no âmbito da mesma.



**Figura 8 – Planta da empresa em estudo. Legenda: 1- Escritórios/ zona administrativa; 2- Vestiários e instalações sanitárias do pessoal; 3- Zona dos arquivos da empresa; 4- Refeitório do pessoal; 5- Zona de receção de mercadorias; 6- Zona de armazenagem à temperatura ambiente; 7- Zona de apoio ao armazém; 8- Antecâmara refrigerada/ Zona de trabalho refrigerado; 9- Câmara de refrigeração de massas; 10- Câmara de refrigeração de charcutaria; 11- Câmara de refrigeração de lacticínios; 12- Câmara de conservação de congelação.**



### **3.1. O pré-requisito “Controlo de pragas” na empresa em estudo**

Os documentos que fazem parte do plano de controlo de pragas são nomeadamente: planos com as intervenções programadas, relatórios de intervenção técnica, fichas técnicas e de segurança dos biocidas utilizados, autorização de venda dos mesmos, comprovativo de formação para manipulação de substâncias biocidas por parte dos técnicos que realizam as operações de controlo de pragas. Além destes, existe uma planta com as estações de isco para roedores e de insetocaçadores com painel de cola devidamente assinalados.

Para além do sistema documental, na empresa em questão foram consideradas as seguintes medidas de carácter preventivo e destrutivo:

- I) As instalações e o equipamento foram concebidos de modo a permitir um controlo de pragas eficaz, que é realizado por pessoal devidamente qualificado.
- II) Os insetocaçadores estão localizados próximos das aberturas para o exterior, não se encontrando instalados imediatamente sobre os produtos alimentares. Estes dispositivos estão permanentemente ligados e são mantidos em condições adequadas de higiene, conservação e funcionamento, com mudança regular do painel de cola.
- III) As portas de comunicação com exterior e de confinamento das zonas de armazenagem a temperatura controlada são mantidas fechadas.
- IV) As janelas exteriores das zonas de armazenagem de alimentos apresentam uma rede de proteção de modo a não deixar entrar insetos voadores enquanto as janelas se encontram abertas.
- V) As redes de proteção contra insetos são fáceis de remover e de limpar.
- VI) Os restos e desperdícios são removidos rapidamente e colocados em recipientes adequados, pois constituem um meio favorável ao aparecimento de pragas.
- VII) É mantida uma planta com a localização dos postos de engodo e de armadilhas.
- VIII) Estão previstas inspeções trimestrais às instalações e equipamentos para deteção de infestações por insetos ou roedores.
- IX) São tomadas medidas adicionais para controlo de infestações, em caso de sinais de infestação nas instalações ou à volta das mesmas, nomeadamente o contacto imediato com a empresa responsável pelo controlo de pragas, com vista ao desenvolvimento de medidas de controlo destrutivo.
- X) Os comprovativos das intervenções referidas nos pontos VII e VIII estão devidamente arquivados.
- XI) Os biocidas são utilizados com todas as precauções e restrições necessárias de modo a não contaminarem os alimentos. São aplicados por profissionais qualificados. As suas embalagens não são mantidas no estabelecimento em

estudo, sendo transportadas pelo responsável de controlo de pragas sempre que este se desloca para efetuar uma desinfestação ao estabelecimento.

#### **4. OBJETIVOS**

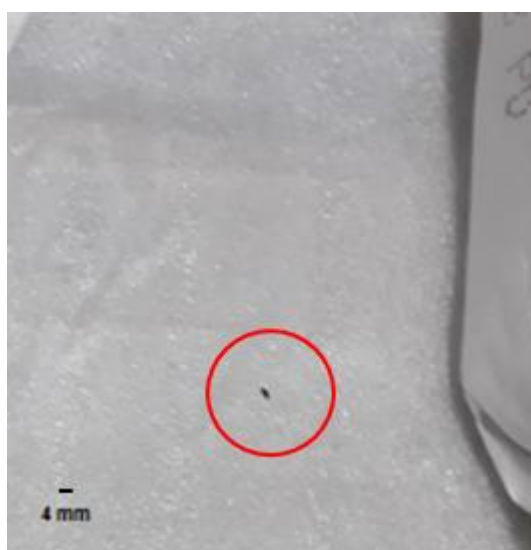
O presente trabalho pretendeu investigar um caso de infestação por gorgulho num estabelecimento armazenista de géneros alimentícios de modo a melhor compreender a ocorrência desta praga naquela instalação alimentar, possíveis causas e medidas de mitigação desenvolvidas. Para tal foram estabelecidos três objetivos para a concretização deste trabalho:

- 1 – Avaliação da infestação por gorgulho no estabelecimento em estudo.
- 2 – Identificação das espécies de gorgulho.
- 3 – Análise das medidas preventivas e de controlo de infestação por gorgulho.

#### **5. MATERIAL E MÉTODOS**

##### **5.1. Avaliação da infestação por gorgulho no estabelecimento em estudo**

No dia 17 de maio de 2018 foi realizada a primeira visita ao estabelecimento em estudo situado no concelho de Vila Franca de Xira. Durante a visita foram colhidos 16 exemplares adultos vivos de gorgulho, detetados em embalagens de sêmola de trigo estivadas (Figura 9) na secção dos produtos secos (Figura 8 – zona 6). A colheita foi efetuada a partir dessas embalagens e do pavimento à volta das mesmas (Figura 9). Após a deteção do produto infestado, este foi retirado do local de armazenamento e recolhido de imediato por uma empresa de tratamento de resíduos.



**Figura 9 – Exemplar de gorgulho vivo nas imediações de uma paleta de embalagens de sêmola de trigo (no centro do círculo vermelho) – original.**

Durante a referida visita foi também efetuada uma auditoria documental ao programa de controlo de pragas implementado no estabelecimento durante os dez anos anteriores. Para tal procedeu-se à análise dos registos das intervenções técnicas efetuadas pela empresa de controlo de pragas, para verificação da frequência com que tinham ocorrido as infestações e quais os inseticidas utilizados nas intervenções.

## **5.2. Identificação das espécies de gorgulho**

A identificação das espécies de gorgulho colhidas em 2018 foi realizada no laboratório de Parasitologia e Doenças Parasitárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa e no laboratório de Entomologia do Instituto Superior de Agronomia, durante o mês de julho de 2019. Os espécimes foram armazenados em tubos de ensaios contendo álcool etílico a 90%, a uma temperatura ambiente. Quando se iniciou a identificação, um dos objetivos era observar a genitália dos insetos em estudo, de modo que estes foram introduzidos em tubos de ensaios contendo uma solução de hidróxido de potássio a 10% e colocados em banho-maria a 100 °C, durante 20 minutos. Posteriormente, os insetos foram colocados em placas de Petri que continham álcool etílico a 99,8% e de seguida em placas de Petri com água destilada (adaptação do método de Bland and Jaques, 1978). Por fim, através da observação em microscópio estereoscópico (LEICA EZ4W), utilizando uma ampliação de 30x e de 35x (total das ampliações das oculares e objetivas), foi determinado o Género da praga alimentar em estudo. Após a observação das genitálias dos exemplares, a espécie em causa foi também identificada com recurso à chave dicotómica elaborada por Pereira e Almeida (2001).

### **5.2.1. Técnica de disseção de machos**

Colocar o exemplar sobre uma lâmina de vidro e destacar o abdómen do corpo do espécime, abri-lo e retirar o *edeago* (uma estrutura castanha, longa, estreita e curva). Com o auxílio de duas agulhas de disseção, deve-se remover a bainha do *edeago* e perfurá-lo com um alfinete entomológico. De seguida, mover o *edeago* até se conseguir observar nitidamente a sua superfície convexa, de modo a exibir as características necessárias para a identificação da espécie (Barros 1990).

### **5.2.2. Técnica de disseção das fêmeas**

Tal como na técnica de disseção dos machos, o exemplar é colocado sobre uma lâmina de vidro, o abdómen é destacado e aberto na sua metade posterior, com o auxílio de agulhas de disseção ou com pinça e bisturi. Seguidamente, a parte esclerotizada da genitália é removida e com o auxílio de duas agulhas de disseção retira-se do seu interior o

esclerito em forma de “Y” de modo a observar as características necessárias para a identificação da espécie (Barros 1990).

### **5.3. Análise das medidas preventivas e de controlo das infestações por gorgulho**

Para este capítulo foram realizadas duas entrevistas a dois técnicos de controlo de pragas alimentares, nos dias 12 e 15 de julho de 2019 de modo a compreender melhor a problemática das infestações por gorgulho. Um dos entrevistados era o técnico responsável pelas desinfestações da empresa em estudo e o outro era um aplicador especializado de fosforetos em ambiente confinado. Nestas entrevistas, os entrevistados responderam presencialmente a um conjunto de perguntas e as suas respostas foram registadas.

O questionário destas entrevistas era constituído por 6 questões de resposta aberta (Anexo I).

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1. Avaliação da infestação por gorgulho no estabelecimento em estudo**

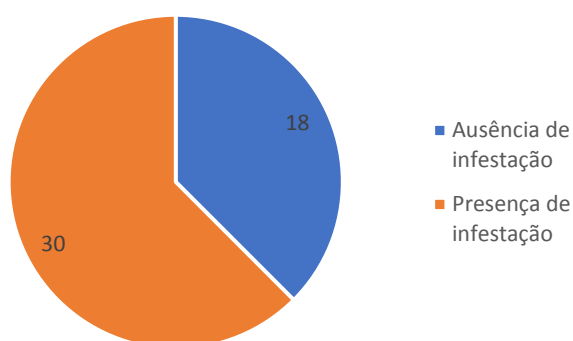
Durante a primeira visita foi possível verificar que o local de armazenamento dos produtos à temperatura ambiente no estabelecimento em estudo era fresco e arejado, as boas práticas de higiene e limpeza estavam a ser cumpridas, os alimentos estavam devidamente acondicionados e estivados, sendo separados em zonas distintas no armazém por tipologia (farinhas, massas, vinhos, etc.). Foi também possível constatar a utilização de paletes para evitar o contacto dos géneros alimentícios com o pavimento e com as paredes do armazém, apresentando-se as várias paletes devidamente separadas, de forma a garantir a conveniente circulação de ar entre os produtos. As janelas possuíam redes mosquiteiras instaladas para impedir a entrada de insetos voadores, bem como insetocaçadores com painel de cola junto da porta de acesso ao exterior e na zona de armazenagem à temperatura ambiente.

A empresa em estudo possui um contrato de prestação de serviços com uma empresa especializada em controlo de pragas, que considera quatro visitas anuais planificadas (uma intervenção por trimestre), no decorrer das quais é aplicado um inseticida específico para controlo de gorgulho. Caso seja detetada a presença de exemplares vivos entre as visitas planificadas, no decurso das tarefas diárias de estiva ou durante uma auditoria higio-sanitária às instalações, a empresa de controlo de pragas é contactada para realizar uma intervenção, sendo essa intervenção considerada extraordinária. Nesses casos, é realizada uma análise minuciosa dos produtos, considerando todas as zonas de armazenamento, que inclui a observação de embalagens de alimentos, das paletes e dos

espaços circundantes, para verificação da presença de exemplares de gorgulho vivos ou mortos. Esta rotina permite que as embalagens de alimentos infestados sejam imediatamente colocadas fora do local de armazenamento e recolhidos tão rápido quanto possível por uma empresa de recolha e encaminhamento de resíduos para destruição.

Para além destas medidas, são ainda realizadas auditorias higio-sanitárias internas mensais no decorrer das quais são avaliados requisitos específicos de controlo de pragas.

Relativamente à auditoria documental do programa de controlo de pragas relativo ao período compreendido entre outubro de 2009 e julho de 2019, foram detetadas 30 infestações e realizadas 48 visitas para aplicação de inseticida para controlo de gorgulho pela empresa de controlo de pragas (Figura 10). A primeira desinfestação para gorgulho datava de 15 de outubro de 2009 e a última desinfestação registada tinha tido lugar no dia 15 de julho de 2019.



**Figura 10 – Número de infestações detetadas durante as intervenções efetuadas pela empresa de controlo de pragas no estabelecimento em estudo durante um período de 10 anos.**

Os relatórios de intervenção para controlo de pragas foram resumidos (Tabela 1) considerando a data das visitas realizadas pelo técnico de controlo de pragas, a deteção de exemplares de gorgulho durante a intervenção, e o inseticida (nome da substância ativa e nome comercial) aplicado no estabelecimento no dia da visita, tanto para os casos em que se detetou a presença de gorgulho, como para os casos em que se aplicou o inseticida apenas como método de prevenção. Apesar de vários produtos terem sido utilizados ao longo destes dez anos, as substâncias ativas mais utilizadas foram a alfametrina e a deltametrina (Tabela 1). A alfametrina e a deltametrina são dois inseticidas que pertencem ao grupo do piretróides e apesar de existir uma diferença na constituição química das duas substâncias, ambas apresentam uma estrutura semelhante (Johnson et al. 1990; Toumi 2013). Ambos os inseticidas são bastante utilizados para o controlo de pragas de cereais de armazenamento. A alfametrina é muito utilizada em agricultura e a deltametrina é um dos inseticidas mais utilizado nas últimas décadas para o controlo de insetos em grãos (Fouad and Da Camara 2017; Glavić et al. 2007; Prasad and Shetty 2013; Velez et al. 2018).

Segundo Guedes et al. (1995), a deltametrina é uma substância que demonstra uma elevada eficácia no controlo de *S. zeamais*.

**Tabela 1 – Resumo das intervenções realizadas no estabelecimento em estudo pela empresa de controlo de pragas para controlo de gorgulho com indicação da evidência de infestação e do inseticida utilizado.**

<b>Data</b>	<b>Infestação por gorgulho</b>	<b>Inseticida utilizado</b>
15/10/2009	Sim	Alfamestrina (FENDONA ®)
12/02/2010	Sim	Alfamestrina (FENDONA ®)
15/03/2010	Sim	Alfamestrina (FENDONA ®)
27/04/2010	Sim	Alfamestrina (FENDONA ®)
07/05/2010	Sim	Alfamestrina (FENDONA ®)
27/07/2010	Sim	Alfamestrina (FENDONA ®)
13/08/2010	Sim	Alfamestrina (FENDONA ®)
16/08/2010	Não	Ciflutrina (Solfac ®)
08/11/2010	Sim	Alfamestrina (FENDONA ®)
17/01/2011	Sim	Deltamestrina (K-OTHERINE ®)
08/04/2011	Sim	Alfamestrina (FENDONA ®)
15/07/2011	Sim	Alfamestrina (FENDONA ®)
07/10/2011	Sim	Alfamestrina (FENDONA ®)
10/04/2012	Sim	Alfamestrina (FENDONA ®)
07/08/2012	Sim	Alfamestrina (FENDONA ®)
09/11/2012	Não	Alfamestrina (FENDONA ®)
03/01/2013	Não	Alfamestrina (FENDONA ®)
05/04/2013	Não	Alfamestrina (FENDONA ®)
11/07/2013	Sim	Alfamestrina (FENDONA ®)
04/10/2013	Sim	Deltamestrina (DELTA FORCE ®)
07/01/2014	Sim	Deltamestrina (DELTA FORCE ®)
22/04/2014	Sim	Deltamestrina (DELTA FORCE ®)
05/06/2014	Sim	Deltamestrina (DELTA FORCE ®)
28/07/2014	Sim	Deltamestrina (DELTA FORCE ®)
23/10/2014	Sim	Deltamestrina (DELTA FORCE ®)
21/01/2015	Sim	Sem registo da substância ativa
14/04/2015	Não	Deltamestrina (K-OTHERINE ®)
24/07/2015	Não	Deltamestrina (K-OTHERINE ®)
27/10/2015	Não	Deltamestrina (K-OTHERINE ®)
11/01/2016	Não	Deltamestrina (K-OTHERINE ®)
15/04/2016	Sim	Deltamestrina (K-OTHERINE ®)
20/04/2016	Sim	Deltamestrina (K-OTHERINE ®)
28/04/2016	Não	Deltamestrina (K-OTHERINE ®)
14/07/2016	Sim	Deltamestrina (K-OTHERINE ®)
04/10/2016	Sim	Deltamestrina (K-OTHERINE ®)

**Tabela 1 (continuação) – Resumo das intervenções realizadas no estabelecimento em estudo pela empresa de controlo de pragas para controlo de gorgulho com indicação da evidência de infestação e do inseticida utilizado.**

Data	Infestação por gorgulho	Inseticida utilizado
18/01/2017	Sim	Permetrina (ECOREX ÁCCION ®)
11/04/2017	Não	Deltametrina (K-OTHERINE ®)
30/05/2017	Sim	Permetrina (ECOREX ÁCCION ®)
25/09/2017	Sim	Deltametrina (K-OTHERINE ®)
05/12/2017	Não	Deltametrina (K-OTHERINE ®)
08/03/2018	Não	Cipermetrina (EXIT 100 ®)
27/04/2018	Não	Deltametrina (K-OTHERINE ®)
03/07/2018	Não	Deltametrina (K-OTHERINE ®)
11/10/2018	Não	Deltametrina (K-OTHERINE ®)
25/10/2018	Sim	Deltametrina (K-OTHERINE ®)
03/01/2019	Não	Deltametrina (K-OTHERINE ®)
01/04/2019	Não	Cipermetrina (EXIT 100 ®)
15/07/2019	Não	Cipermetrina (EXIT 100 ®)

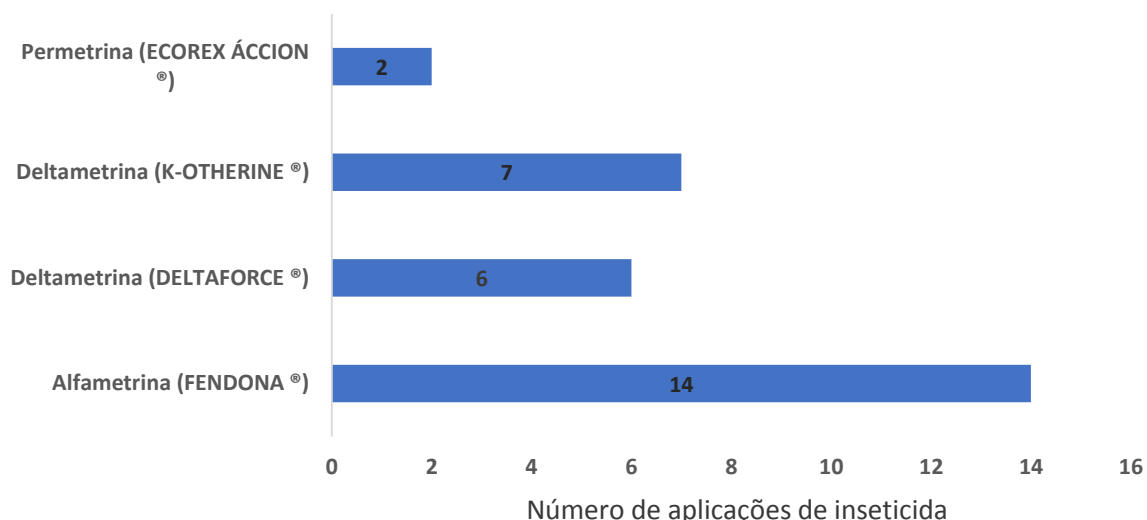
A evolução do número de infestações registadas no estabelecimento em estudo nos últimos dez anos encontra-se representada na Figura 11. Como é possível observar, a partir de 2016, o número de infestações diminuiu progressivamente e em 2019 não foi detetada nenhuma infestação.



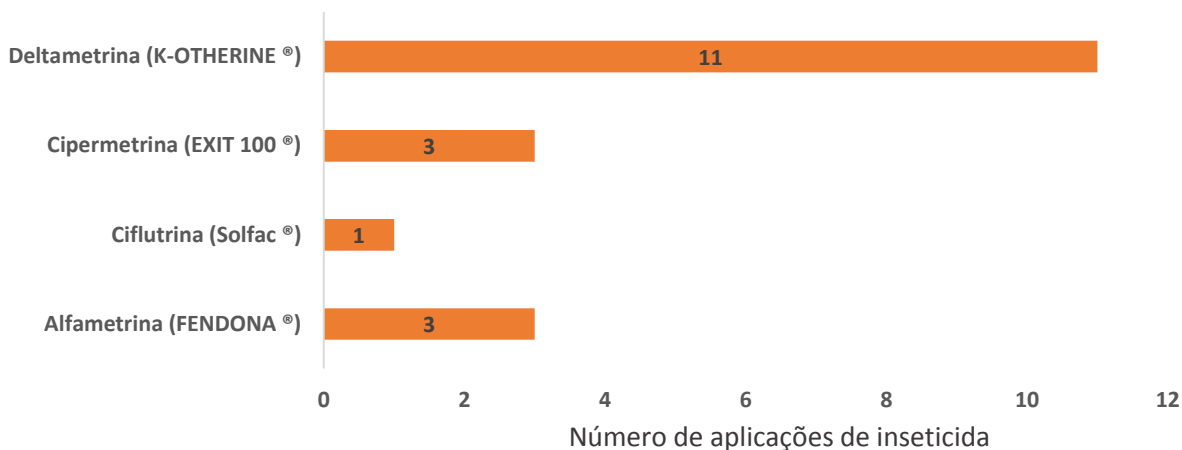
**Figura 11 – Registo das infestações identificadas de outubro de 2009 a julho de 2019 no estabelecimento em estudo.**

Na Figura 12 é possível observar os inseticidas utilizados pela empresa de controlo de pragas aquando da deteção de infestação, sendo a alfa-metrina a substância ativa mais utilizada (Figura 12). Na Figura 13 é possível visualizar os inseticidas aplicados apenas

como método preventivo, isto é, perante a ausência de uma infestação, sendo a deltametrina a substância ativa mais aplicada. É de referir que no gráfico da Figura 12 não foi considerada uma aplicação de inseticida dado que, no dia 21/01/2015, apesar de nos registos das intervenções técnicas efetuados pela empresa de controlo de pragas constar o registo de uma infestação detetada, não foi registado o nome do inseticida aplicado.



**Figura 12 – Inseticidas mais utilizados perante infestações por gorgulho.**



**Figura 13 – Inseticidas mais utilizados perante ausência de infestação por gorgulho.**

Sempre que uma infestação era detetada, era aplicado um inseticida, no entanto, foram também efetuadas diversas aplicações com carácter preventivo uma vez que em mais do que uma ocasião, apesar de não ter sido detetada nenhuma infestação, ocorreu aplicação de inseticida (Tabela 1). Na Figura 14 é possível verificar os intervalos temporais



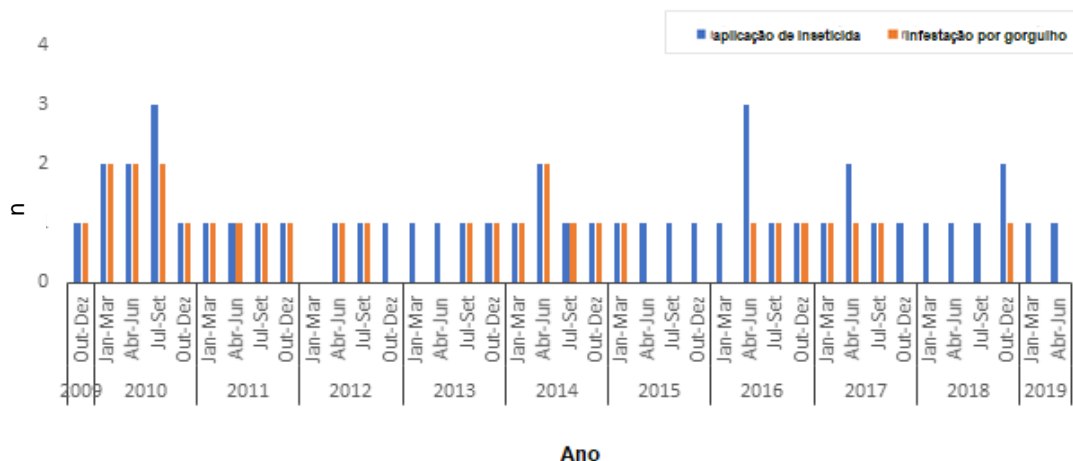
em que isso se verificou: de julho a setembro de 2010, de outubro a dezembro de 2012, de janeiro a junho de 2013, de abril a dezembro de 2015, de janeiro a junho de 2016, de abril a junho de 2017, de outubro a dezembro de 2017, de janeiro a setembro de 2018 e de janeiro a junho de 2019.

Verificou-se também que durante mais de 6 meses (entre outubro de 2011 e abril de 2012) nenhuma visita foi efetuada pela empresa de controlo de pragas ao estabelecimento em estudo (Tabela 1), apesar de existir um acordo contratual entre as duas empresas estabelecendo uma visita a cada três meses. É possível que esta ausência possa ter tido alguma influência na ocorrência de infestações do trimestre seguinte (em abril e junho de 2012).

No ano de 2016, entre os meses de abril e junho foram efetuadas três aplicações de inseticida (Tabela 1), no entanto, apesar de terem sido registadas duas infestações ativas, na Figura 14 considerou-se apenas uma infestação nesse período. Neste caso, a empresa de controlo de pragas foi chamada a intervir três vezes em abril de 2016; no dia 15 e 20 de abril de 2016 a infestação continuava presente (Tabela 1), mas na terceira vez em que se fez a aplicação do inseticida (28 de abril de 2016 – Tabela 1), não se detetou nenhuma infestação, portanto essa aplicação teve um carácter preventivo. Deste modo, poder-se-á presumir que a aplicação do inseticida no dia 15/04/2016 não foi eficaz, e apenas com o reforço da aplicação a 20/04/2016 foi possível controlar a infestação. Além disso, é importante considerar que segundo as condições gerais referidas no relatório de intervenção da empresa de controlo de pragas, após a aplicação do inseticida para o controlo de gorgulho, os locais onde foram aplicados os inseticidas não devem ser lavados (Anexo III). Assim sendo, o incumprimento desta indicação poderá também ser uma justificação para o ineficaz controlo de gorgulho no estabelecimento em estudo.

Contudo, uma vez que o estabelecimento em estudo recebe mercadorias pelo menos duas vezes por semana, pode ainda ser colocada a hipótese de a infestação registada a 20/04/2016 ter sido uma nova infestação devido à receção de mercadorias infestadas do fornecedor.

Pode-se ainda verificar que durante o período em estudo (2009-2019) foram realizadas 30 aplicações de inseticida para o controlo de gorgulho com carácter destrutivo e 18 com carácter preventivo (Figura 14 e Tabela 1). É de notar que a última intervenção efetuada pela empresa de controlo de pragas registada (15/07/2019) não foi considerada neste gráfico uma vez que o trimestre em questão (de julho a setembro de 2019) ainda estava a decorrer na altura da realização desta análise de dados.



**Figura 14 – Distribuição trimestral das infestações por gorgulho e das aplicações de inseticida para controlo desta praga ao longo de dez anos no operador alimentar em estudo.**

Com base nas Figuras 14 e 15 é possível observar que ao longo dos últimos dez anos ocorreram 17 infestações antes das quais não foi aplicado nenhum inseticida no trimestre anterior, o que pode ter sido uma das razões para as infestações seguintes. Como era de esperar, nos casos de infestações detetadas, o tempo entre duas aplicações sucessivas de inseticida diminuiu, ou seja, as visitas da empresa de controlo de pragas aumentaram de frequência (por exemplo nos intervalos de tempo 2,3,4,6 do Anexo III).

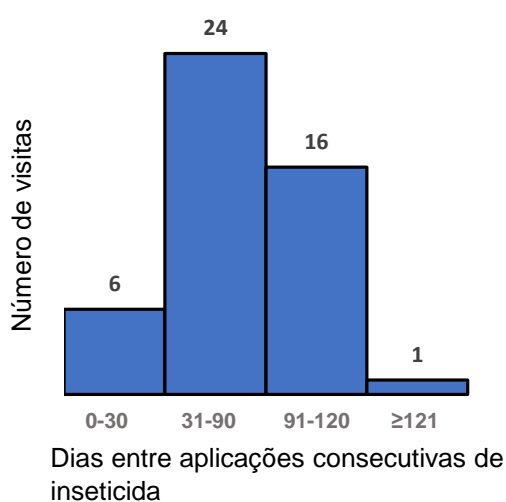
No intervalo de tempo 13 (de 7/10/2011 a 10/04/2012) (Anexo III), não se registou aplicação de inseticida durante 186 dias, o máximo verificado no período em estudo, apesar de na visita anterior (7/10/2011) (Anexo III) ter sido detetada uma infestação. Apesar das aplicações seguintes terem ficado espaçadas entre si mais do que 90 dias, a infestação ficou controlada no intervalo de tempo 15 (7/8/2012 e 9/11/2012) (Anexo III).

É interessante observar que nos intervalos de tempo seguintes (entre o intervalo de tempo 17 e 25, ou seja, entre 5/04/2013 e 21/01/2015) (Anexo III), a aplicação de inseticida foi efetuada regularmente a cada 90 dias, sensivelmente, no entanto foram detetadas infestações sucessivas. Tais observações podem ser devidas a falha na aplicação do inseticida ou à entrada de mercadorias previamente infestadas.

Por fim, é de realçar o facto de a partir do intervalo de tempo 39 (5/12/2018) até ao último registo analisado (15/07/2019) (Anexo III), ter sido detetada apenas uma infestação (25/10/2018). Neste caso, a razão provável para esta infestação pode ter sido o envio de uma mercadoria já infestada no fornecedor (Anexo III).

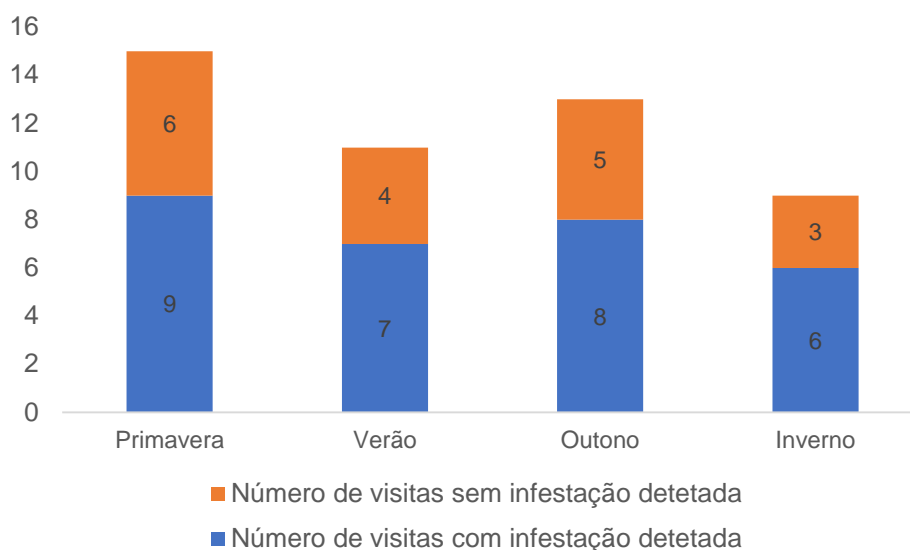
Acresce referir que, neste estabelecimento, aquando da receção de mercadorias como embalagens de massa, de farinha, etc., isto é, produtos mais suscetíveis à infestação por gorgulho, é seguido um procedimento de avaliação da mercadoria, que no caso das embalagens com janela (com uma porção do conteúdo visível) passa por agitar e virar cuidadosamente a embalagem, de modo a evidenciar a presença de insetos adultos no

interior das mesmas. Tal procedimento não permite, contudo, a identificação de mercadorias contaminadas com ovos ou formas larvares, pelo tamanho diminuto que têm. Nestes casos, se a mercadoria estiver infestada, e com condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento (temperatura adequada e presença de alimento), os ovos, que se encontram dentro das embalagens acabam por eclodir e permitir assim o desenvolvimento dos espécimes adultos.



**Figura 15 – Número de visitas realizadas pela empresa de controlo de pragas em função do período entre duas aplicações consecutivas de inseticida.**

A Figura 16 apresenta o número de visitas, por parte da empresa de controlo de pragas, com infestação detetada e número de visitas sem infestação detetadas, durante o período em estudo (2009-2019) por estação do ano, na empresa em estudo. É possível verificar que perante uma infestação detetada na Primavera foram registadas 9 visitas, no Verão 7, no Outono 8 e no Inverno 6. No caso de infestações não detetadas, a empresa de controlo de pragas realizou 6 visitas na Primavera, 4 no Verão, 5 no Outono e 3 no Inverno. Assim sendo, verifica-se que ocorreu um maior número de visitas na Primavera e no Outono tanto em casos de infestações detetadas como em casos de infestações não detetadas. Segundo Barros (1990), as temperaturas ótimas para um desenvolvimento rápido e uma mortalidade pouco elevada de *Sitophilus* spp. situam-se entre os 24°C e os 28°C, a uma humidade relativa de 70%. No entanto, como observou Howe em 1952, a postura de ovos de *Sitophilus zeamais* ainda é passível de ocorrer a uma temperatura que varia entre os 15 e os 35°C.



**Figura 16 – Representação gráfica do número de visitas com infestação detetada e o número de visitas sem infestação detetada por estação do ano no período em estudo (2009-2019).**

## 6.2. Identificação das espécies de gorgulho

Após finalizada a identificação laboratorial dos 16 exemplares colhidos, os quais foram obtidos numa única recolha em 2018, concluiu-se, na sua totalidade, que pertenciam à espécie *Sitophilus zeamais*. Verificou-se também que 8 exemplares eram fêmeas e os restantes 8 eram machos.

Segundo Antunes (2010), tanto *S. zeamais* como *S. oryzae* infestam todo o tipo de cereais, incluindo cereais processados como as massas, assim sendo, apesar de a identificação laboratorial sugerir que a espécie detetada foi *S. zeamais*, é de ponderar a possibilidade de a espécie *S. oryzae* ter sido responsável por outras infestações detetadas durante o período de tempo em estudo (2009-2019).

A Figura 17 apresenta o esclerito de uma fêmea de *Sitophilus zeamais* em que é possível observar a forma de Y do esclerito e os prolongamentos pontiagudos do mesmo. Também se verifica que o espaço existente entre os dois prolongamentos é maior que a largura dos dois juntos. Identificou-se também várias vezes as espermatecas das fêmeas, que geralmente apresentam uma forma de “castanha de caju” (Figura 18).

Na Figura 19 observa-se a genitália de um exemplar de *Sitophilus zeamais* macho uma vez que é possível identificar no *edeago* uma crista longitudinal e a ponta encurvada.

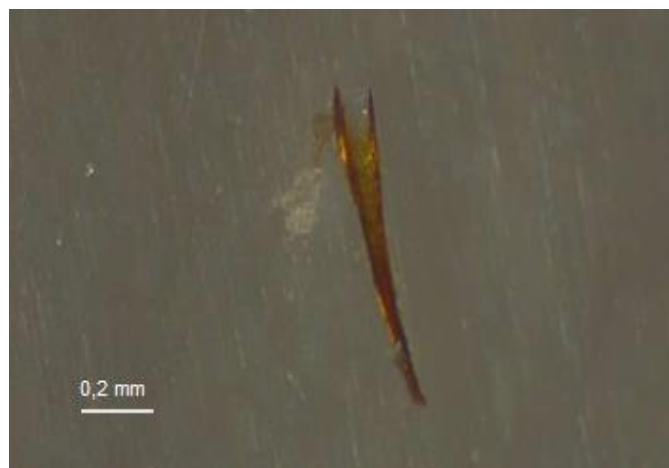


Figura 17 – Esclerito em forma de Y de uma fêmea *Sitophilus zeamais* – original.



Figura 18 – Esclerito em forma de Y de uma fêmea *Sitophilus zeamais* e a respectiva espermateca em forma de “castanha de cajú” – original.



Figura 19 – Edeago de um macho de *Sitophilus zeamais* - original.

### **6.3. Entrevista a técnicos de controlo de pragas**

As duas entrevistas realizadas aos técnicos alimentares tinham como objetivo compreender como é que se tem desenvolvido o problema do gorgulho em Portugal, com base nas experiências profissionais de ambos os técnicos.

O técnico A era um técnico responsável pelas desinfestações do estabelecimento em estudo. O entrevistado era funcionário de uma empresa de controlo de pragas com mais de 20 anos de experiência no setor, realizando desinsetizações, desinfestações, desratizações e controlo de aves em casas particulares e empresas. O técnico B era um aplicador especializado de fosforetos em ambiente confinado, colaborador numa empresa de distribuição de produtos e serviços destinados ao combate de infestações causadas por insetos em mercadorias e produtos armazenados em geral.

Destas entrevistas resultaram informações importantes para uma melhor compreensão da questão em estudo, isto é, a infestação por gorgulho e o seu controlo.

Quanto à questão sobre a perceção dos técnicos de controlo de pragas relativamente ao aumento das infestações por gorgulho nos últimos anos em Portugal, o técnico B referiu que tem vindo a constatar um incremento das vendas de inseticidas para gorgulho nos últimos três anos, na empresa em que trabalha. Referiu ainda que considera que este aumento das vendas está relacionado com o aumento da ocorrência das infestações por gorgulho. No entanto, mencionou que outros fatores poderiam estar relacionados com o incremento das vendas de inseticidas, uma vez que existem muitos produtores agrícolas que devido ao aumento das suas produções pretendem fazer mais aplicações para proteger as mesmas, ou seja, as aplicações de inseticidas são efetuadas não apenas como um método curativo, mas também como um método preventivo.

Segundo Martins et al. (2015), para o controle de gorgulho dos cereais, o principal método utilizado é a aplicação sistemática e contínua de inseticidas líquidos e gasosos; no entanto, com o uso constante, indiscriminado e incorreto, ocorreu a diminuição da eficiência destes, levando ao aumento do número de aplicações, o que proporcionou o aparecimento de populações resistentes e o aumento do custo das aplicações.

O entrevistado B explicou ainda que o aumento das vendas de inseticidas pode também estar relacionado com as alterações climáticas, dado que o aumento da temperatura favorece o desenvolvimento dos insetos, o que, consequentemente, faz também aumentar o número de aplicações de inseticidas. Como conclusão, o aplicador especializado afirmou que até há alguns anos atrás, as estações do ano eram bem definidas, por exemplo, o Inverno era rigoroso e não havia a necessidade de se fazerem tantos tratamentos contra insetos. Atualmente fazem-se tratamentos em qualquer mês do ano, dezembro, janeiro, fevereiro (meses tradicionalmente mais frios).

Perante os problemas relacionados com a persistência de resíduos de inseticidas em grãos de cereais, o desenvolvimento de resistências a inseticidas e os concomitantes problemas ambientais, os métodos de controlo mais ecológico têm sido bastante investigados. Um destes métodos alternativos, que é bastante seguro, é o armazenamento dos grãos a baixas temperaturas (Nakatita and Ikenaga 1997). Apesar de a temperatura ótima de postura de *Sitophilus zeamais* ser de 25°C, esta pode ocorrer entre os 15 e os 35°C. Além disso, foi também demonstrado que só abaixo dos 15°C é que é possível a eliminação do desenvolvimento desta espécie, uma vez que a partir desta temperatura, existirão espécimes sobreviventes (Howe 1952; Nakatita and Ikenaga 1997).

Com o aquecimento global, estima-se que a temperatura máxima registada no Mediterrâneo aumente aproximadamente 3°C, enquanto que a temperatura mínima registada no Ártico sofra um aumento de 5,5°C (Shi et al. 2018). Segundo Morimoto et al. (1998), existem estudos que revelam que o aquecimento global vai causar o aumento de perdas nas colheitas de grãos, devido às pragas alimentares. No caso dos insetos, sendo estes organismos poiquilotérmicos, os seus processos fisiológicos são extremamente sensíveis às alterações de temperatura ambientais, de modo que é altamente provável que estes organismos apresentem uma resposta extremamente rápida ao aumento da temperatura ambiente (Robinet and Roques 2010).

A temperatura ambiente média anual em Lisboa em 2018 foi de 17,8°C, sendo que desde o ano 2000 nunca foi inferior a 17,2°C, tendo chegado a um máximo de 18,3°C no ano 2017 (Pordata (a) 2019). Estas temperaturas não constituem obstáculo ao desenvolvimento de *S. zeamais*, especialmente se considerarmos a sua presença em alimentos secos conservados à temperatura ambiente.

Quanto à questão da frequência, tipos de estabelecimento e altura do ano em que são efetuadas mais intervenções de controlo de gorgulho, segundo o técnico A, é nos meses de Verão que a empresa para que trabalha é chamada a intervir com mais frequência. Contudo, cada empresa recebe um número variável de visitas consoante o número de visitas estabelecidas no contrato de avença e também em função do número de infestações que vai registando. Na resposta à questão sobre o tipo de estabelecimento que requer mais frequentemente os serviços de desinfestação para gorgulho, o técnico A referiu que o estabelecimento em estudo era o único que solicitava desinfestações para gorgulho.

Quanto à altura do ano em que se vendem mais produtos, o técnico B respondeu que com base nas vendas da empresa para que trabalha, é também nos meses mais quentes que se vendem mais inseticidas. Na sua opinião, tal acontece nesta época uma vez que com o aumento da temperatura, a atividade metabólica dos insetos aumenta e estes começam a atacar o produto. Logicamente, a necessidade de combater esta praga alimentar também aumenta.

Considerando a formação que os aplicadores de inseticidas têm de apresentar para exercerem a sua função, o técnico A partilhou que no seu caso efetuou um curso de formação para controlo de pragas urbanas reconhecido pela Associação Nacional de Controlo de Pragas Urbanas. Referiu ainda que esta formação teve uma duração de três dias (21 horas). Já o técnico B, explicou que para a aplicação de fumigantes é necessária uma formação específica de aplicação especializada de produtos fitofarmacêuticos – produtos de tratamento em ambiente confinado, com duração de 21 horas. Em ambos o caso a formação visa capacitar os formandos para a manipulação segura de produtos biocidas, minimizando os riscos para o aplicador, o ambiente, as espécies e organismos não visados e o consumidor, de acordo com os princípios de proteção integrada.

Relativamente à questão sobre os inseticidas utilizados no controlo destrutivo de gorgulho, o técnico A referiu que recentemente a cipermetrina tem sido o composto que mais tem utilizado para combater o gorgulho. O entrevistado justificou a sua escolha afirmando que este é o melhor produto uma vez que apresenta pouco cheiro, é bastante eficaz, tem um poder residual superior aos outros inseticidas, não mancha e dá para uma grande diversidade de insetos: não só gorgulho, mas também baratas e outros insetos voadores. Referiu ainda que é preciso ter em consideração que cada empresa trabalha com os produtos que lhe são mais rentáveis, de modo que existem vários outros produtos que o entrevistado reconheceu não conhecer e que a sua empresa ia mudando de inseticidas para não ocorrerem resistências.

Quanto ao técnico B, este explicou que a indústria fitofarmacêutica coloca atualmente no mercado vários inseticidas com formulações diversas e substâncias ativas diferentes. A deltametrina e o pirimifos-metilo são substâncias ativas muito utilizados para a formulação de inseticidas de contacto, que se aplicam, por exemplo, através da pulverização. Quanto aos fumigantes, geralmente apresentam-se na forma sólida ou líquida, em vácuo dentro de recipientes estanques. Após abertura da embalagem, o produto é fumigado no ambiente que se pretende tratar, ocasionando a morte dos insetos. As substâncias ativas dos fumigantes mais utilizados em Portugal são o fosforeto de alumínio e o fosforeto de magnésio e ambos libertam fosfina.

A cipermetrina, um inseticida piretróide, é considerado como um dos melhores tratamentos que pode ser efetuado para o controlo de *S. zeamais* pois é bastante eficiente, sendo que foram constatadas várias populações de *S. zeamais* que apresentam baixa resistência a este inseticida (Guedes et al. 1995; Fragoso et al. 2003; Alleoni and Ferreira 2006).

A fosfina, também conhecido como fosfeto de hidrogénio, é um inibidor de enzimas respiratórias, apresentando-se na forma de gás nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP) e pode ser obtido através da reação química de hidrólise de fosfeto de



alumínio ou magnésio. É um fumigante bastante eficaz para a desinfestação de grãos a granel e outras mercadorias e tem a capacidade de se difundir rapidamente através dos produtos como grãos e farinhas armazenadas, sendo também adsorvida por estes alimentos em pequenas quantidades, comparativamente com outras substâncias (Bell 2000; Castro 2003).

Perante estas vantagens e dado que apresenta um baixo custo, uma elevada disponibilidade comercial, o facto de não deixar praticamente resíduos nos produtos e por ser facilmente aplicável, a fosfina torna-se assim um excelente fumigante para os produtos armazenados (Castro 2003).

O entrevistado explicou ainda que depois da libertação da fosfina, os fosforetos deixam um resíduo com reduzida toxicidade. Este técnico referiu ainda que a maioria das unidades alimentares que acompanha utilizam os fosforetos para o controlo de gorgulho. Segundo o entrevistado, é possível encontrar alguns armazéns que utilizam deltametrina (inseticida de contacto), mas de um modo geral são os fosfatos os mais utilizados e os mais benéficos para o ambiente uma vez que após a aplicação destes fumigantes, efetua-se um arejamento, que não afeta o ambiente. No entanto, o entrevistado chamou a atenção para o facto da aplicação inadequada, como o uso excessivo de fumigantes, favorecer o desenvolvimento de resistências por parte dos insetos. Segundo Benhalima et al. (2004), a utilização a longo prazo de um único fumigante apresenta o risco de, perante tratamentos inapropriados, surgirem seleções de resistências de populações de pragas. Já foram constatadas resistências à fosfina em vários países, tendo sido reportadas resistências de alto nível em algumas regiões de África e Ásia. No entanto, é de considerar que a aplicação indiscriminada destes biocidas pode ser devida às próprias características culturais do trabalho, a inexistência de assistência técnica profissional, e ainda à possibilidade de existir publicidade enganosa relativa aos biocidas usados (Araújo et al. 2001).

Por último, relativamente a esta questão, o técnico B mencionou ainda que há mais de 50 anos que estes produtos são utilizados, embora anteriormente também se utilizasse um outro composto fumigante - brometo de metilo, que foi proibido há cerca de 10 anos por ser um depletor da camada de ozono. Em março de 2010, o brometo de metilo, utilizado durante muitos anos, foi realmente proibido pela União Europeia, uma vez que foi considerado um produto perigoso para a camada de ozono (Antonio et al. 2011; Bell 2000).

Relativamente à questão da forma de aplicação mais eficaz dos inseticidas utilizados e ao surgimento de novos produtos e formas de aplicação eficazes, o técnico A referiu que neste momento, quanto ao estabelecimento em estudo, apenas se utiliza a forma líquida pulverizada, isto é, a pulverização residual, mas existem também formulações que se aplicam por fumigação. O entrevistado B explicou que a fumigação apresenta apenas efeito tóxico instantâneo, não possuindo poder residual. Segundo ele, a fumigação é mais eficaz

por ocasionar morte rápida de todos os insetos, no entanto, explicou que como no estabelecimento em estudo se faz um trabalho de rotina, ou seja, as aplicações são de carácter preventivo, não se justificaria fazer uma fumigação, de modo que neste estabelecimento fazem-se pulverizações.

Segundo Faroni e Silva (2008), na pulverização residual a aplicação do inseticida é efetuada em locais como paredes, estrados, pisos, tetos, equipamentos existentes dentro do armazém e à volta do estabelecimento armazenista. Esta forma de aplicação tem como objetivo a eliminação dos insetos que se encontram em depressões, fendas e vãos. Além disso, os insetos que posteriormente atravessem os locais onde o inseticida foi aplicado serão eliminados uma vez que estes produtos químicos apresentam poder residual.

Já no processo de fumigação, procede-se à aplicação de um inseticida fumigante que sob determinadas condições de temperatura e pressão, se transforma num gás letal para os insetos em ambientes fechados. Este processo permite a eliminação de todas as fases do ciclo de vida do inseto, nomeadamente o ovo, a larva, a pupa e o adulto. Além disso, este gás tóxico tem a vantagem de penetrar nas películas de embalagens e perante a sua capacidade de difusão consegue atingir as pragas que se encontrem dentro dos grãos, isto é, atinge também o interior dos produtos (Faroni and Silva 2008). Porém, o tempo de tratamento, por vezes superior a 12 horas, para o controlo eficaz das pragas consiste numa das desvantagens da fumigação com fosfina (Liu and Liu 2014).

Já o técnico B explicou que apesar de a forma de aplicação mais utilizada no controlo de gorgulho serem os inseticidas residuais ou de contacto, que são os que depois de aplicados conseguem prolongar no tempo a sua ação tóxica (dias ou semanas), os fumigantes são os inseticidas que ele considera que são os mais utilizados na indústria alimentar. A ação destes fumigantes faz-se sentir enquanto ocorre contacto do inseticida com o produto em causa, ao qual se segue um arejamento, durante o qual cessa a atividade tóxica do inseticida fumigado.

O entrevistado B alertou para o facto das aplicações de inseticida serem um último recurso, ou seja, apenas após a aplicação de outros métodos preventivos para evitar o aparecimento de pragas, como a correta manutenção das infraestruturas, a criação de ambientes desfavoráveis ao desenvolvimento de insetos, as armadilhas para os insetos com feromonas, etc. Somente depois da utilização destes meios, e se não for possível controlar a infestação deste modo, é que se deve recorrer aos meios químicos. Contudo, o técnico B revelou que na prática não é isto que se verifica, explicando que, por exemplo, os fumigantes são utilizados como meio preventivo e curativo, ou seja, os fumigantes são utilizados sem se ter a certeza de que o produto está infestado.

Segundo este entrevistado, os inseticidas que têm surgido são substâncias de origem vegetal, muitas das quais já existem, ou seja, já estão criadas, e em relação às quais

já se conhecem as características de eficácia. No entanto, o entrevistado afirma que muitos destes novos produtos ainda não estão comercializadas, pois ainda há muitos estudos a realizar até se chegar à fase da comercialização. Este técnico mencionou a existência de um novo produto, extraído de uma árvore do sudeste asiático, designado Neem ou Nim (*Azadirachta indica*) que já está formulado e autorizado em Portugal. Referiu ainda que acredita que muitos produtos como este, ou seja, de origem vegetal, irão surgir e que, num futuro próximo, as plantas serão uma das grandes armas para o combate aos insetos.

Perante a diversidade de inseticidas existentes, a intensa utilização dos mesmos e as aplicações inadequadas de inseticidas, como por exemplo os piretróides e a fosfina, e consequentemente o surgimento de resistências a estes produtos, têm sido confirmadas resistências de populações de *S. zeamais* aos inseticidas. Além disso, pelo facto de os consumidores cada vez mais exigirem produtos livres de inseticidas ou com níveis bastante residuais dos mesmos, o controlo de pragas de produtos armazenados à base de substâncias de origem natural é um dos temas mais investigados (Sparks et al. 1998; Benhalima et al. 2004; Prabhaker et al. 2006; Barros et al. 2015; Haddi et al. 2015)

Vários investigadores já demonstraram que determinados óleos naturais, nomeadamente de espécies de plantas como *Mentha arvenses* e *M. pulegium*, são potencialmente utilizáveis para a limitação do uso de inseticidas sintéticos para o controlo de diversos insetos (Barros et al. 2015).

Quanto à questão da existência de inseticidas derivados do lindano e a sua retirada de uso, o técnico A afirmou que só utilizou esse tipo de produtos, nomeadamente o lindano, há 20 anos atrás, quando a sua utilização ainda era permitida. O lindano foi considerado um dos poluentes orgânicos persistentes (POP) na convenção de Estocolmo de 2009, de modo que a sua utilização foi restringida nos Estados Unidos da América, no Canadá e em vários países europeus. Porém, existem ainda bastantes países que continuam a permitir a aplicação deste pesticida. Assim sendo, apesar de o lindano ser um produto que está a ser proibido progressivamente em todo o mundo, continua a ser um problema devido à sua utilização em vários países (Dominguez et al. 2018).

Com base nestas duas entrevistas, foi ainda possível constatar que apesar de ambos os entrevistados afirmarem que é nos meses mais quentes do ano que ocorre um aumento das vendas dos inseticidas e uma maior solicitação dos seus serviços para combate a pragas, segundo os dados recolhidos no estabelecimento em estudo, foi durante a Primavera e o Outono que foram registadas mais infestações por gorgulho na última década. Contudo, um dos entrevistados mencionou a possibilidade de as alterações climáticas estarem a afetar, neste caso a aumentar, as vendas dos seus produtos para o controlo de pragas. Tendo em conta o aumento da temperatura média dos meses da

Primavera e Outono, tal facto pode ser relacionado com o aumento de infestações detetadas no estabelecimento em estudo.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que as embalagens que apareceram infestadas por *Sitophilus zeamais* estavam invioladas e que este inseto foi observado no interior das mesmas, coloca-se a hipótese do conteúdo destas embalagens já vir infestado dos fornecedores. Na auditoria documental efetuada em 2018, verificou-se que os pré-requisitos para controlo de pragas implementados estavam a ser cumpridos, e uma vez que no estabelecimento em estudo não se efetua nem preparação nem transformação de alimentos, mas tão somente armazenagem dos mesmos, é possível concluir que a infestação dos produtos deu-se num operador alimentar a montante na cadeia alimentar (fornecedores e armazenistas). Ainda assim, é importante referir que ainda que as mercadorias tenham vindo infestadas do fornecedor, é possível que os insetos tenham violado a estanqueidade das embalagens e acedido ao armazém (paletes, pavimento e áreas circundantes). Este facto, conjugado com a ocasional não aplicação de inseticida durante um período mais ou menos prolongado, pode ter contribuído para a manutenção da infestação por gorgulho no estabelecimento em estudo.

No que se refere às entrevistas, concluiu-se que existiu consenso dos técnicos quanto às formas de aplicação mais utilizadas (pulverização e fumigação) para o controlo de gorgulho. Foi ainda evidente que a disponibilidade comercial dos inseticidas, assim como as características de odor e facilidade de aplicação são determinantes na escolha dos produtos a aplicar.

Assim sendo, para uma melhor compreensão das infestações por *Sitophilus zeamais* ocorridas neste estabelecimento armazenista de géneros alimentícios, seria oportuno conhecer as condições higio-sanitárias existentes nos operadores a montante na cadeia alimentar e o seu histórico de infestações por gorgulho.

Por outro lado, de futuro, seria também pertinente investigar qual ou quais o(s) inseticida(s) mais apropriado(s) e eficiente(s) para o controlo de *Sitophilus zeamais*, considerando o desenvolvimento de eventuais resistências, bem como formas de aplicação mais adequadas para o controlo desta importante praga alimentar.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdel-Daim MM, Abuzead SMM, and Halawa SM. 2013. Protective Role of *Spirulina platensis* against Acute Deltamethrin-Induced Toxicity in Rats. PLoS ONE. 8(9): e72991.

Agrafioti P, Athanassiou CG. 2018. Insecticidal effect of contact insecticides against stored product beetle populations with different susceptibility to phosphine. Journal of Stored Products Research. 79:9–15.

Akelah, A. 1996. Novel utilizations of conventional agrochemicals by controlled release formulations. Materials Science and Engineering: C. 4(2):83–98.

Alleoni B, Ferreira W. 2006. Control of *Sitophilus zeamais* Mots., 1958 and *Sitophilus oryzae* (L., 1763) weevils (Coleoptera, Curculionidae) in stored rice grain (*Oryza sativa* L.) with insecticide pirimiphos methyl (Actellic 500 CE). In: Lorini I, Bacaltchuk B, Beckel H, Deckers D, Sundfeld E, Santos JPdos, Biagi JD, Celaro JC, Faroni LRD, Bortolini LdeOF, Sartori MR, Elias MC, Guedes RNC, Fonseca RG da, Scussel VM, editors. Proceedings of the 9th International Working Conference on Stored-Product Protection. 15-18 Oct 2006; Passo Fundo, Brasil. Passo Fundo, Brasil: Brazilian Post-Harvest Association (ABRAPOS). p. 1234-1241.

Ambrogi, B, Vidal D, Zarbin P, Rosado-Neto, G. 2009. Feromônios de agregação em Curculionidae (Insecta: Coleptera) e sua implicação taxonômica. Quim. Nova. 32(8):2151-2158.

Antonio AL, Ramalhosa E, Botelho ML, Quintana B, Trigo MJ, Ferreira A, Bento A. 2011. Irradiação gama de castanhas calibradas provenientes de uma unidade industrial: cor e textura [certificado de comunicação]. VI Congresso Ibérico de Agro-Engenharia; Sep 5-7; Évora, Portugal.

Antunes CIF. 2010. Susceptibilidade de variedades de arroz ao ataque de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae). [dissertação de mestrado]. Lisboa: ISA-Universidade de Lisboa.

Araújo AMM, Santos de Lemos RN, Ribeiro de Queiroz, Nunes GS. 2001. Uso de inseticidas organofosforados nos pólos de produção na ilha de São Luís (MA): condições de trabalho e contaminação de hortaliças. Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente. 11:159-179.

Autoridade de Segurança Alimentar e Económica [Internet]. 2017. [atualizado 2017 Abr; acedido 2019 Set 27]. <https://www.asae.gov.pt/area-tecnico-pericial/controlo-de-pragas.aspx>

Associação Portuguesa de Nutricionistas. 2014. Massas Alimentícias: uma abordagem técnica e científica [Internet]. Célia Craveiro. [accessed 2019 Jul 07]. [https://www.apn.org.pt/documentos/ebooks/Ebook\\_Massas\\_Alimenticias.pdf](https://www.apn.org.pt/documentos/ebooks/Ebook_Massas_Alimenticias.pdf)

Babarinde GO, Babarinde SA, Ogunsola SO. 2013. Effect of maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky 1855) infestation on the quality of three commercial pastas. Food Science and Quality Management. 21.

Balasurbramanian S. 2006 Aug. Pasta: process mechanism and its production technology. Beverage and Food World. 33(8).

Barros G. 1990. Estudo sobre o comportamento de espécies de Curculionidae em milho e de Bruchidae em feijão. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical. Pp.13-48.

- Barros G, Magro A, Conceição C, Matos O, Barbosa A, Bastos MMSM, Mexia A. 2015. The use of *Laurus nobilis* and *Mentha pulegium* essential oils against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) on stored maize. *Rev. De Ciências Agrárias*. 38(2):191-195.
- Bell C. 2000. Fumigation in the 21st century. *Crop Protection*. 19(8-10):563–569.
- Benhalima H, Chaudhry MQ, Mills KA, Price NR. 2004. Phosphine resistance in stored-product insects collected from various grain storage facilities in Morocco. *Journal of Stored Products Research*. 40(3):241–249.
- Carini E, Vittadini E, Curti E, Antoniazzi F. 2009. Effects of different shaping modes on physico-chemical properties and water status of fresh pasta. *Journal of Food Engineering*. 93(1):400-406p.
- Castro MFPM. 2003. Efeitos da fosfina no crescimento de *Aspergillus flavus* Link e na produção de aflatoxinas em milho (*Zea mays*, L.) armazenado com elevados teores de umidade. [dissertação de mestrado]. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas
- Castro Janer E, Klafke GM, Capurro ML, Schumaker TTS. 2015. Cross-resistance between fipronil and lindane in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Veterinary Parasitology*. 210(1-2):77–83.
- Cerveró MC, Castillo MA, Montes R, Hernández E. 2007. Determinación de tricotecenos, zearalenona y zearalenoles en alimentos derivados de maíz del mercado español. *Revista Iberoamericana de Micología*. 24(1):52–55.
- Chuck-Hernández C, García-Lara S, Serna-Saldívar SO. 2012. Conversion into bioethanol of insect (*Sitophilus zeamais* Motschulsky), mold (*Aspergillus flavus* Link) and sprout-damaged maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Journal of Cereal Science*. 55(3):285–292.
- Curtis BC, Rajaram S, Macpherson HG, editors. 2002. Bread wheat: improvement and production [Internet]. Rome: FAO Plant Production and Protection Series. [accessed 2019 Oct 12]; 30. <http://www.fao.org/3/y4011e/y4011e00.htm#Contents>
- Danjumma BJ, Majeed Q, Yusuf M, Peni DN. 2018. Effects of leaf powder of *Citrus aurantifolia* and *Senna occidentalis* on the development of maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, Coleoptera Curculionidar). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 6(2): 2216-2221.
- De Vita, OZ. 2009. Encyclopedia of Pasta [Internet]. California: University of California Press; [accessed 2019 Sep 14]. <https://epdf.pub/encyclopedia-of-pasta-california-studies-in-food-and-culture.html>
- Decreto-Lei n.º 45588/1964 de 03 de março. Diário do Governo n.º 53/1964, Série I. Ministério da Economia - Secretarias de Estado do Comércio e da Indústria.
- Dominguez CM, Oturan N, Romero A, Santos A, Oturan MA. 2018. Lindane degradation by electrooxidation process: Effect of electrode materials on oxidation and mineralization kinetics. *Water Research*. 135:220–230.
- Embrapa [Internet]. Amabilio J. A. de Camargo. [accessed 2019 Aug 27]. <https://www.embrapa.br/cerrados/colecao-entomologica/coleoptera>
- Faria PL. 1977/1978. A cultura do trigo: Culturas Arvenses; Cereais de Inverno. Instituto Superior de Agronomia: A.E.A.

Faroni LRDA, Silva JS. 2008. Manejo de pragas no ecossistema de grãos armazenados. In: Silva JS, editors. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. 2nd ed. Viçosa: Aprenda Fácil; p.366-368.

Fleurat-Lessard F. 2017. Integrated management of the risks of stored grain spoilage by seedborne fungi and contamination by storage mould mycotoxins – An update. *Journal of Stored Products Research*. 71:22–40.

Food and Agriculture Organization of the United Nations [Internet]. 2019. World Food Situation: Tighter cereal supplies in 2019/20 mostly on reduced maize production. [released 201 Oct 03; accessed 2019 Oct 17]. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>

Fouad HA, da Camara CAG. 2017. Chemical composition and bioactivity of peel oils from *Citrus aurantiifolia* and *Citrus reticulata* and enantiomers of their major constituent against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*. 73:30-36.

Fragoso DB, Guedes RNC, Rezende ST. 2003. Glutathione S-transferase detoxification as a potential pyrethroid resistance mechanism in the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 109(1):21-29.

Glavić Z, Begić L, Bagarić I, Sabalić S, Simunović M, Gotovac M. 2007. Effect of pesticides on wound contraction. *Coll Antropol*. 31(1):203-208.

Gonzalez MS, Lima BG, Oliveira AFR, Nunes DD, Fernandes CP, Santos MG, Tietbohl LAC, Mello CB, Rocha L, Feder D. 2014. Effects of essential oil from leaves of *Eugenia sulcata* on the development of agricultural pest insects. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 24(4):413–418.

Guedes RNC, Lima JG, Santos JP, Cruz CD. 1995. Resistance to DDT and pyrethroids in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*. 31(2):145–150.

Guedes NMP, Guedes RNC, Ferreira GH, Silva LB. 2009. Flight take-off and walking behavior of insecticide-susceptible and – resistant strains of *Sitophilus zeamais* exposed to deltamethrin. *Bulletin of Entomological Research*. 99(04):393.

Haddi K, Mendonça LP, Dos Santos MF, Guedes RNC, Oliveira EE. 2015. *Metabolic and Behavioral Mechanisms of Indoxacarb Resistance in Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*: 108(1), 362–369.

Haines C. 1991. Insects and arachnids of tropical stored products: their biology and identification. United Kingdom: NRI, Second Edition.

Harein PK, De Las Casas E. 1968. Bacteria from Granary Weevils Collected from Laboratory Colonies and Field Infestations<sup>1</sup>. *Journal of Economic Entomology*. 61(6):1719–1720.

Hong K-J, Lee W, P Y-J, Yang JO. 2018. First confirmation of the distribution of rice weevil, *Sitophilus oryzae*, in South Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*. 11(1):69-75.

Howe R. 1952. The biology of rice weevil, *Calandra oryzae* (L.). *Annals of Applied Biology*. 39:168-180.

Instituto Nacional de Estatística [Internet]. 2019. Consumo humano de cereais per capita (kg/hab.) por Espécie de cereais; Anual. [updated 2019 Feb 13; accessed 2019 Aug 07]. [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&indOcorrCod=0000181&contexto=bd&selTab=tab2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000181&contexto=bd&selTab=tab2)

International Pasta Organization [Internet]. 2013. The World Pasta Industry Status Report. [accessed 2019 Jul 07].

<http://www.internationalpasta.org/resources/World%20Pasta%20Industry%20Survey/IPOstatreport2014low.pdf>

Invasive.org [Internet]. Gary Alpert, Harvard University, Bugwood.org. [accessed 2019 Aug 30]. <https://www.invasive.org/browse/subthumb.cfm?sub=2435&cat=101>

Invasive.org [Internet]. Clemson University - USDA Cooperative Extension Slide Series, Bugwood.org. [accessed 2019 Sep 26]. <https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=1435092>

Invasive.org [Internet]. Emilie Bess, USDA APHIS PPQ, Bugwood.org. [accessed 2019 Sep 26]. <https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=5495459>

Janssen EM, Mourits MCM. 2019. Van der Fels-Klerx HJ, Oude Lansink AGJM. 2019. Pre-harvest measures against *Fusarium* spp. Infection and related mycotoxins implemented by Dutch wheat farmers. *Crop Protection*. 122:9-18.

Johnson DL. 1990. Influence of Temperature on Toxicity of Two Pyrethroids to Grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Journal of Economic Entomology*. 83(2): 366–373.

Kavallieratos NG, Athanassiou CG, Arthur FH. 2017. Effectiveness of insecticide-incorporated bags to control stored-product beetles. *Journal of Stored Products Research*. 70:18–24.

Lee SE, Lee BH., Choi WS, Park BS, Kim JG, Campbell BC. 2001. Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). *Pest Management Science*. 57(6):548–553.

Liu SS, Liu YB. 2014. Reducing Injury of Lettuce from Phosphine Fumigation. *HortTechnology*. 24(2): 188-195.

Lorini I, Krzyzanowskil FC, Barros J, França-Neto JB, Henning AA. 2009. Principais Pragas e Métodos de Controle em Sementes durante o Armazenamento. Informativo ABRATES [Internet]. [accessed 2019 Sep 11]. 19(1) <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/577459/1/artigo02.pdf>

Louro TFA. 2015. Populações de insetos numa fábrica de arroz e milho. Competição interespecífica como fator regulador. [dissertação de mestrado]. Lisboa: ISA-Universidade de Lisboa.

Manfron PA, Lazzarotto C, Medeiros LP. 1993. Trigo – Aspectos agrometeorológicos. *Ciência Rural*. 23 (2):233-239.

Martins MZ, Ramari TOI, Gasparotto F. 2015. Controle de alternativo de *Sitophilus* spp. em arroz. *Anais Eletrônico*. 9:4-8.

Morimoto N, Imura O, Kiura T. 1998. Potential effects of global warming on the occurrence of Japanese pest insects. *Applied Entomology and Zoology*. 33(1):147–155.

Murata M, Imamura T, Miyanoshita A. 2008. Infestation and Development of *Sitophilus* spp. in Pouch-Packaged Spaghetti in Japan. *Journal of Economic Entomology*. 101(3):1006–1010.

Nakakita H, Ikenaga H. 1997. Action of low temperature on physiology of *Sitophilus zeamais* motschulsky and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) in rice storage. *Journal of Stored Products Research*. 33(1):31–38.



Omotoso OT, Oso AA. 2005. Insecticidal and insect productivity reduction capacities of *Aloe Vera* and *Bryophyllum Pinnatum* on *Tribolium Castaneum* (Herbest). African Journal of Applied Zoology & Environmental Biology. 7: 95-100.

Paim LMFR. 2016. A fitossanidade de cereais armazenados em Angola. [dissertação de mestrado]. Lisboa: ISA-Universidade de Lisboa.

Pasta Fits [Internet]. 2019. Pasta Shapes Dictionary [accessed 2019 Sep 26]. <https://pastafits.org/pasta-shapes/>

Pedlowski MA, Canela MC, da Costa Terra MA, Ramos de Faria RM. 2012. Modes of pesticides utilization by Brazilian smallholders and their implications for human health and the environment. Crop Protection. 31(1):113–118.

Pataco IMM. 2016. Biofortificação de trigo duro (*Triticum durum*) em ferro, e seriação de parâmetros de qualidade para fabrico industrial de massas alimentícias. [dissertação de mestrado]. Lisboa: FCT da Universidade Nova de Lisboa.

Pereira PRVS, Almeida LM. 2001. Chaves para a identificação dos principais Coleoptera (Insecta) associados com produtos armazenados. Revista Brasileira de Zoologia. 18 (1):271-283.

Pordata [Internet]. 2019. Temperatura média do ar (média anual). [updated 2019 Feb 15; accessed 2019 Oct 10]. [https://www.pordata.pt/Portugal/Temperatura+m%C3%A9dia+do+ar+\(m%C3%A9dia+anual\)-1067-10167](https://www.pordata.pt/Portugal/Temperatura+m%C3%A9dia+do+ar+(m%C3%A9dia+anual)-1067-10167)

Pordata [Internet]. 2019. População residente em Portugal, média anual: total e por sexo. [updated 2019 Sep 24; accessed 2019 Oct 17]. <https://www.pordata.pt/Portugal/Popula%C3%A7%C3%A3o+residente++m%C3%A9dia+anual+total+e+por+sexo-6>

Portero MA. 2010. Produccion integrada del arroz en el sur de España [Internet]. Sevilla: Servicio de Publicaciones y Divulgación. [accessed 2019 Aug 07]. [https://www.juntadeandalucia.es/opencms/opencms/system/bodies/contenidos/publicaciones/pubcap/2011/pubcap\\_3637/arroz\\_baja.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/opencms/opencms/system/bodies/contenidos/publicaciones/pubcap/2011/pubcap_3637/arroz_baja.pdf)

Prabhaker N, Castle S, Byrne F, Henneberry T, Toscano N. 2006. Establishment of Baseline Susceptibility data to various insecticides for glassy-winged sharpshooter, *Homalodisca coagulata* say (Homoptera: Cicadellidae) by comparative bioassay techniques. Journal of Economic Entomology. 99:141-145.

Prasad TPNH, Shetty NJ. 2013. Autosomal inheritance of alphamethrin, a synthetic pyrethroid, resistance in *Anopheles stephensi* – Liston, a malaria mosquito. Bulletin of Entomological Research. 103(05):547–554.

Raemaekers RH. 2001. Crop Production in Tropical Africa. Brussels: Directorate General for International Co-operation (DGIC).

Regulamento (UE) nº 528/2012 de 22 de maio de 2012. Parlamento Europeu e do Conselho. Jornal Oficial da União Europeia.

Regulamento (UE) nº 852/2004 de 29 de abril de 2004. Parlamento Europeu e do Conselho. Jornal Oficial da União Europeia.

Ribeiro LP. 2010. Bioprospecção de extratos vegetais e sua interação com protetores de grãos no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Cleopectera: Curculionidae). [dissertação de

mestrado]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.

Riudavets J, Pons MJ, Messeguer J, Gabarra R. 2018. Effect of CO<sub>2</sub> modified atmosphere packaging on aflatoxin production in maize infested with *Sitophilus zeamais*. Journal of Stored Products Research. 77:89–91.

Robinet C, Roques A. 2010. Direct impacts of recent climate warming on insect populations. Integrative Zoology. 5(2):132–142.

Rocha AFOF. 2015. Produção de massas alimentícias isentas de glúten a partir de subprodutos da indústria alimentar. [dissertação de mestrado]. Lisboa: ISA-Universidade de Lisboa.

Rocha MDRR. 2013. Segurança e Qualidade Alimentar na produção de massas alimentícias. [dissertação de mestrado]. Coimbra: ESA-Instituto Politécnico de Coimbra.

Rodrigues CIDS. 2012. Manual de Segurança Alimentar: da origem ao consumo. [dissertação de mestrado]. Viseu: ESAV-Instituto Politécnico de Viseu.

Sarwar MH, Sarwar MF, Sarwar M, Qadri NA, Moghal S. 2013. The importance of cereals (Poaceae: Gramineae) nutrition in human health: A review. Journal of Cereals and Oilseeds. 4(3):32-35.

Scheuer PM. 2009. Caracterização de cultivares brasileiras de trigo com indicação de aplicabilidade tecnológica. [dissertação de mestrado]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

Shewry PR. 2009. Wheat. Journal of Experimental Botany. 60(6):1537-1553.

Shi C, Jiang ZH, Chen WL, Li L. 2018. Changes in temperature extremes over China under 1.5 °C and 2 °C global warming targets. Advances in Climate Change Research. 9(2):120–129.

Silva DAB. 2016. Canibalismo e desempenho reprodutivo dos carunchos *Sitophilus zeamais* e *Sitophilus granarius*. [dissertação de mestrado]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.

Singano CD, Mvumi BM, Stathers TE. 2019. Effectiveness of grain storage facilities and protectants in controlling stored-maize insect pests in a climate-risk prone area of Shire Valley, Southern Malawi. Journal of Stored Products Research. 83:130-147.

Sousa AH, Faroni LRD, Pimentel MAG, Guedes RNC. 2009. Developmental and population growth rates of phosphine-resistant and -susceptible populations of stored-product insect pests. Journal of Stored Products Research. 45(4):241–246.

Sparks TC, Thompson GD, Kirst HA, Hertlein MB, Larson LL, Worden TV, Thibault ST. 1998. Biological Activity of the Spinosyns, New Fermentation Derived Insect Control Agents, on *Tobacco Budworm* (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae. Journal of Economic Entomology. 91(6):1277-1283.

Terciolo C, Maresca M, Pinton P, Oswald IP. 2018. Review article: Role of satiety hormones in anorexia induction by trichothecene mycotoxins. Food and Chemical Toxicology. 121:701-714.

Trematerra P. 2009. Preferences of *Sitophilus zeamais* to different types of Italian commercial rice and cereal pasta. Bulletin of Insectology. 62(1):103-106.

Toumi H, Boumaiza M, Millet M, Radetski CM, Felten V, Fouque C, Férard JF. 2013. Effects of deltamethrin (pyrethroid insecticide) on growth, reproduction, embryonic development and sex differentiation in two strains of *Daphnia magna* (Crustacea, Cladocera). *Science of The Total Environment*. 458-460:47–53.

Union of Organizations of Manufactures of Pasta Products of the E.U [Internet]. 2015. *Statistics: Estimate of world pasta production (tons)*. [updated 2015 Dec; accessed 2019 Jul 10]. <http://www.pasta-unafpa.org/ingstatistics5.htm>

Vélez M, Bernardes RC, Barbosa WF, Santos JC, Guedes RNC. 2018. Walking activity and dispersal on deltamethrin- and spinosad-treated grains by the maize weevil *Sitophilus zeamais*. *Crop Protection*. 118:50-56.

Vijgen J, de Borst B, Weber R, Stobiecki T, Forter M. 2019. HCH and lindane contaminated sites: European and global need for a permanent solution for a long-time neglected issue. *Environmental Pollution*. 248:696-705.

Vogelgsang S, Beyer M, Pasquali M, Jenny E, Musa T, Bucheli TD, Wettstein FE, Forrer, H-R. 2019. An eight-year survey of wheat shows distinctive effects of cropping factors on different *Fusarium* species and associated mycotoxins. *European Journal of Agronomy*. 105:62-77.

Xie X, Cui SW, Li W, Tsao R. 2008. Isolation and characterization of wheat bran starch. *Food Research International*. 41:882-887.

## 9. ANEXOS

### Anexo I - questões efetuadas aos dois entrevistados

Questões efetuadas aos dois entrevistados
Nos últimos anos, apercebeu-se de um aumento de infestações por gorgulho?
Com que frequência é chamado para realizar intervenções para controlo de gorgulho?
Em que tipo de estabelecimentos? Em que altura do ano realiza mais intervenções de controlo de gorgulho?
Que tipo de formação têm que ter os que fazem a aplicação dos produtos?
Que inseticidas tem utilizado para combater o gorgulho em estabelecimentos alimentares?
Em sua opinião, que forma de aplicação dos inseticidas utilizados (pós, <i>sprays</i> ) considera mais eficaz? Com base na sua experiência profissional, têm surgido nos últimos anos novos inseticidas ou formas de aplicação eficazes?
Em sua opinião, a retirada do lindano pode estar relacionada com o surgimento de mais infestações por gorgulho? Ou pelo contrário, conhece algum inseticida que tenha sido introduzido no mercado recentemente e cuja aplicação levou a um aumento de infestações?

Anexo II - Relatório de uma intervenção por parte da empresa de controlo de pragas do estabelecimento em estudo (seta vermelha a apontar para a indicação de não se dever lavar os locais mais escondidos, onde foi aplicado o inseticida).

**CERTIFICADO DE SERVIÇO** Nº 141698

Contrato nº 1104806 Data 03/02/2009 Hora início 15:20 Hora fim 16:00

Ciente: \_\_\_\_\_ Morada: \_\_\_\_\_ Código Postal: \_\_\_\_\_ Localidade: \_\_\_\_\_

**Definições do Serviço**

☒ Continuação ☐ Determinado ☐ 1º Tratamento ☐ Consolidação ☐ Reclamação

**Tratamento/Inspeção a:**

☐ Murídeos (Ratos e Ratozons) ☐ Himenópteros (Vespas) ☐ Lepidópteros (Traças) ☐ Isópteros (Térmitas)

☐ Blatídeos (Baratos) ☐ Coleópteros (Carunchos) ☐ IPA (Insectos Prod. Armaz.) ☐ Desinfecção Bacteriológica

☐ Siphonapteras (Pulgas) ☒ Coleópteros (Gorgulhos) ☐ Aracnídeos (Aranhas / Ácaros) ☐ Insetocaçadores

☐ Himenópteros (Formigas) ☐ Dípteros (Moscos e Mosquitos) ☐ Hemiptera (Percevejos) ☐ Outro \_\_\_\_\_

**Relatório**

*Fez o tratamento no interior da casa, no quarto e cozinha, com produtos, para tratar, todos os locais onde se encontra a presença das mesmas.*

**CIP**

Existente ☒ Sim ☐ Não Preenchido ☒ Sim ☐ Não Conforme ☒ Sim ☐ Não Responsável \_\_\_\_\_

**Considerações Gerais:**

☒ Não devem lavar os locais mais escondidos, onde foi aplicada a preparação.

☐ Não devem deixar acumular detritos, para que a preparação aplicada possa ter a ação pretendida.

☐ Não devem retirar os iscos nem danificar as estações de isco colocadas pelo técnico da "\_\_\_\_\_"

☐ Ver instruções e recomendações no verso

Dossier ☐ não conforme

**Preparação/Composição:**

*K. Thiam: Der. Imitação*

**Antídoto:**

☐ A) Sulfato Atropina

☐ B) Vitamina K1

☐ C) Tratamento Sintomático

**O Cliente**

\_\_\_\_\_  
(Assinatura legível)

\_\_\_\_\_  
(Assinatura legível)

Av. da Liberdade, 7-B 2815-023 Balsa da Bandeira T. 212 099 190 • F. 212 099 191 Cont. N.º 501 632 127 Capital Social 75 000 € Matriculada na C.R.C. de Moita sob N.º 1387 psg@psg.pt • www.psg.pt

**Anexo III - Número de dias entre duas aplicações sucessivas durante o período em estudo e presença ou ausência de infestação no momento de aplicação do inseticida pela empresa de controlo de pragas**

<b>data da intervenção da empresa de controlo de pragas</b>	<b>ordem</b>	<b>número de dias entre duas intervenções sucessivas</b>	<b>presença de infestação</b>
15/10/2009	n/a	n/a	sim
12/02/2010	1	120	sim
15/03/2010	2	31	sim
27/04/2010	3	43	sim
07/05/2010	4	10	sim
27/07/2010	5	81	sim
13/08/2010	6	17	sim
16/08/2010	7	3	não
08/11/2010	8	84	sim
17/01/2011	9	70	sim
08/04/2011	10	81	sim
15/07/2011	11	98	sim
07/10/2011	12	84	sim
10/04/2012	13	186	sim
07/08/2012	14	119	sim
09/11/2012	15	94	não
03/01/2013	16	55	não
05/04/2013	17	92	não
11/07/2013	18	97	sim
04/10/2013	19	85	sim
07/01/2014	20	95	sim
22/04/2014	21	105	sim
05/06/2014	22	44	sim
28/07/2014	23	53	sim
23/10/2014	24	87	sim
21/01/2015	25	90	sim
14/04/2015	26	83	não
24/07/2015	27	101	não
27/10/2015	28	95	não
11/01/2016	29	76	não
15/04/2016	30	95	sim
20/04/2016	31	5	sim
28/04/2016	32	8	não
14/07/2016	33	77	sim
04/10/2016	34	82	sim
18/01/2017	35	106	sim

11/04/2017	36	83	não
30/05/2017	37	49	sim
25/09/2017	38	118	sim
05/12/2017	39	71	não
08/03/2018	40	93	não
27/04/2018	41	50	não
03/07/2018	42	67	não
11/10/2018	43	100	não
25/10/2018	44	14	sim
03/01/2019	45	70	não
01/04/2019	46	88	não
15/07/2019	47	105	não